

SIMONE LAÍS DE SOUZA

**DOENÇAS RESPIRATÓRIAS EM ARAUCÁRIA/PR (2001 A 2003) –  
CONDICIONANTES SOCIOAMBIENTAIS E POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Geografia, Curso  
de Pós-Graduação em Geografia, Setor Ciências da  
Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Inês Moresco Danni-Oliveira

CURITIBA  
2006

## **AGRADECIMENTOS**

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Inês Moresco Danni-Oliveira, pela generosa paciência.

Ao professor Edson R. de Almeida Torres, do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, e à Aymara Tavares Puglielli, analista química da mesma instituição; ao Eliseu Esmanhoto, químico do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, pelo fornecimento dos dados referentes à concentração dos poluentes atmosféricos e variáveis meteorológicas no município de Araucária.

À Madianita Nunes da Silva, colega de mestrado, ao Joel Augusto Nievola e à Dr<sup>a</sup> Telma Lis Maranhão P. Staron (Departamento de Saúde Secundária – Secretaria Municipal de Saúde), da Prefeitura Municipal de Araucária, por disponibilizarem os dados relativos ao número de atendimentos por doenças respiratórias.

Ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Geografia, que – por meio de sua qualificação – viabilizou a superação desta etapa acadêmica.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS</b>	iv
<b>LISTA DE MAPAS</b>	v
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	v
<b>LISTA DE PRANCHAS</b>	vi
<b>LISTA DE TABELAS</b>	viii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	ix
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	xi
<b>RESUMO</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	01
<b>2 INTERAÇÃO DA DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL À POLUIÇÃO DO AR – IMPLICAÇÕES À SAÚDE</b>	07
2.1 CONSUMO E MEIO AMBIENTE	07
2.2 PROBLEMAS AMBIENTAIS URBANOS E VULNERABILIDADE SOCIAL	19
2.3 OS POLUENTES E A QUALIDADE DO AR	30
2.3.1 Fontes de emissão dos poluentes atmosféricos	34
2.3.2 Fatores meteorológicos e dispersão dos poluentes atmosféricos	47
2.3.3 Padrões de Qualidade do ar	52
2.4 OS POLUENTES ATMOSFÉRICOS EM ESTUDO – SO <sub>2</sub> E MP	62
2.4.1 A Repercussão dos poluentes SO <sub>2</sub> e MP à Saúde	70
<b>3 A CIDADE E O MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA - PR</b>	86
3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS LOCAIS	86
3.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA	92
3.3 PROCESSO DE OCUPAÇÃO E ASPECTOS DA DINÂMICA POPULACIONAL	106
3.4 MONITORAMENTO E QUALIDADE DO AR NA ÁREA URBANA DE ARAUCÁRIA	113
<b>4 METODOLOGIA</b>	117
4.1 PROCEDIMENTOS	121
4.1.1 Dados sobre poluentes atmosféricos e variáveis meteorológicas	123
4.1.2 Dados de doenças respiratórias	124
<b>5 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E QUALIDADE DE VIDA EM ARAUCÁRIA – PR</b>	128
5.1 ANÁLISE TEMPORAL	133
5.1.1 Análise Anual	133
5.1.2 Análise Sazonal	138
5.1.3 Análise Mensal	143
5.1.4 Episódios Agudos	148
5.2 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS E QUALIDADE DE VIDA	155
<b>6 CONCLUSÃO</b>	187
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	190
<b>REFERÊNCIAS</b>	192
<b>ANEXOS</b>	207

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b>	- Composição da Região Metropolitana de Curitiba - PR	04
<b>QUADRO 2</b>	- Exemplos de Problemas Ambientais Urbanos e suas correlações entre causas visíveis e estruturais	22
<b>QUADRO 3</b>	- Componentes da Qualidade Ambiental Urbana	28
<b>QUADRO 4</b>	- Principais Poluentes, Características, Fontes e Efeitos Gerais	33
<b>QUADRO 5</b>	- Principais Fontes de Poluição do Ar e Principais Poluentes	36
<b>QUADRO 6</b>	- Principais Tipos de Poluentes Emitidos por Indústrias Selecionadas	40
<b>QUADRO 7</b>	- Efeitos anuais à Saúde pela Poluição Atmosférica	72
<b>QUADRO 8</b>	- Número de Empresas por Atividade em Araucária – PR, 2002	95
<b>QUADRO 9</b>	- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Araucária – 2000	111
<b>QUADRO 10</b>	- Rede de Estações de Monitoramento do Ar em Araucária – PR	115

## LISTA DE MAPAS

<b>MAPA 1</b>	- Localização de Araucária na RMC, no Paraná e no Brasil .	03
<b>MAPA 2</b>	- Localização dos Bairros da Área Urbana de Araucária .	87
<b>MAPA 3</b>	- Localização do CIAR na Zona Urbana de Araucária .	94
<b>MAPA 4</b>	- Localização das principais indústrias do CIAR . .	96
<b>MAPA 5</b>	- Centros de Saúde e Estações de Monitoramento do Ar .	125
<b>MAPA 6</b>	- Qualidade de Vida na área urbana de Araucária – PR .	127

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	- Processo de Poluição do Ar . . .	31
<b>FIGURA 2</b>	- Modelo Metodológico da Pesquisa S. C. U. – Subsistema: Físico-Químico - Qualidade do Ar	120
<b>GRÁFICO 1</b>	- Freqüência da direção dos ventos em 2001, Araucária – PR	135
<b>GRÁFICO 2</b>	- Freqüência da direção dos ventos em 2002, Araucária – PR	135
<b>GRÁFICO 3</b>	- Freqüência da direção dos ventos em 2003, Araucária – PR	136
<b>GRÁFICO 4</b>	- Atendimentos de DR's por Bairro e Ano, Araucária - PR .	155

## LISTA DE PRANCHAS

<b>PRANCHA 1</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Janeiro a Março, 2001 Faixa etária: 0 a 6 anos	159
<b>PRANCHA 2</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Abril a Junho em Araucária - PR, 2001 - Faixa etária: 0 a 6 anos	160
<b>PRANCHA 3</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Julho a Setembro em Araucária - PR, 2001 - Faixa etária: 0 a 6 anos	161
<b>PRANCHA 4</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Outubro a Dezembro em Araucária - PR, 2001 - Faixa etária: 0 a 6 anos	162
<b>PRANCHA 5</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Janeiro a Março em Araucária - PR, 2001 - Faixa etária: 60 anos e mais	163
<b>PRANCHA 6</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Abril a Junho em Araucária - PR, 2001 - Faixa etária: 60 anos e mais	164
<b>PRANCHA 7</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Julho a Setembro em Araucária - PR, 2001 - Faixa etária: 60 anos e mais	165
<b>PRANCHA 8</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Outubro a Dezembro em Araucária - PR, 2001 - Faixa etária: 60 anos e mais	166
<b>PRANCHA 9</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Janeiro a Março em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 0 a 6 anos	169
<b>PRANCHA 10</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Abril a Junho em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 0 a 6 anos	170
<b>PRANCHA 11</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Julho a Setembro em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 0 a 6 anos	171
<b>PRANCHA 12</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Outubro a Dezembro em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 0 a 6 anos	172
<b>PRANCHA 13</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Janeiro a Março em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 60 anos e mais	173
<b>PRANCHA 14</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Abril a Junho em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 60 anos e mais	174
<b>PRANCHA 15</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Julho a Setembro em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 60 anos e mais	175
<b>PRANCHA 16</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Outubro a Dezembro em Araucária - PR, 2002 - Faixa etária: 60 anos e mais	176
<b>PRANCHA 17</b>	- Espacialização de DR's por bairro de Janeiro a Março em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 0 a 6 anos	178

<b>PRANCHA 18</b> - Espacialização de DR's por bairro de Abril a Junho em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 0 a 6 anos .	179
<b>PRANCHA 19</b> - Espacialização de DR's por bairro de Julho a Setembro em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 0 a 6 anos .	180
<b>PRANCHA 20</b> - Espacialização de DR's por bairro de Outubro a Dezembro em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 0 a 6 anos .	181
<b>PRANCHA 21</b> - Espacialização de DR's por bairro de Janeiro a Março em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 60 anos e mais .	182
<b>PRANCHA 22</b> - Espacialização de DR's por bairro de Abril a Junho em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 60 anos e mais .	183
<b>PRANCHA 23</b> - Espacialização de DR's por bairro de Julho a Setembro em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 60 anos e mais .	184
<b>PRANCHA 24</b> - Espacialização de DR's por bairro de Outubro a Dezembro em Araucária - PR, 2003 - Faixa etária: 60 anos e mais .	185
<b>PRANCHA 25</b> - Anual: Número de atendimentos de DR's, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas .	137
<b>PRANCHA 26</b> - Sazonal: Número de atendimentos de DR's, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas em 2001, Araucária - PR	140
<b>PRANCHA 27</b> - Sazonal: Número de atendimentos de DR's, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas em 2002, Araucária - PR	141
<b>PRANCHA 28</b> - Sazonal: Número de atendimentos de DR's, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas em 2003, Araucária - PR	142
<b>PRANCHA 29</b> - Mensal: Número de atendimentos de DR's, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas em 2001, Araucária - PR	145
<b>PRANCHA 30</b> - Mensal: Número de atendimentos de DR's, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas em 2002, Araucária - PR	146
<b>PRANCHA 31</b> - Mensal: Número de atendimentos de DR's, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas em 2003, Araucária - PR	147
<b>PRANCHA 32</b> - Episódio Agudo de Poluição do Ar: julho de 2001 .	150
<b>PRANCHA 33</b> - Episódio Agudo de Poluição do Ar: agosto de 2001 .	152
<b>PRANCHA 34</b> - Episódio Agudo de Poluição do Ar: maio de 2002 .	154

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	- Variação da quilometragem anual em deslocamentos de automóveis para alguns objetivos entre 1969 e 1990 – EUA	10
<b>TABELA 2</b>	- Habitantes por Automóvel em países selecionados, 1993-2002	11
<b>TABELA 3</b>	- Participação percentual no valor de transformação industrial, segundo tipo de indústria. Brasil, 1970-1985	38
<b>TABELA 4</b>	- Municípios brasileiros com maiores taxas de emissão de MP <sub>10</sub> - 1998	41
<b>TABELA 5</b>	- Evolução da contribuição relativa das fontes de poluição do ar na RMSP, 1997, 2001, 2002, 2003 e 2004	44
<b>TABELA 6</b>	- Normas de qualidade do ar em países americanos selecionados e diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS), 1992	56
<b>TABELA 7</b>	- Padrões primários e secundários dos poluentes atmosféricos, Brasil - Resolução CONAMA 03/90	58
<b>TABELA 8</b>	- Características do Material Particulado	66
<b>TABELA 9</b>	- Taxas de crescimento anual do núcleo e periferia das aglomerações metropolitanas, Brasil – 1970/2000	108
<b>TABELA 10</b>	- Evolução da População do Município de Araucária - PR	109
<b>TABELA 11</b>	- Composição da População de Araucária - PR	110
<b>TABELA 12</b>	- Índice de Qualidade do Ar	114
<b>TABELA 13</b>	- Morbidade Hospitalar do Município de Araucária – PR, 2001 a 2003: Internações por Grupo de Causas, CID-10	129
<b>TABELA 14</b>	- População Residente no Município de Araucária - PR: por Ano e Faixa Etária	131
<b>TABELA 15</b>	- Morbidade Hospitalar de Doenças Respiratórias (CID – 10) por Faixa Etária no Município de Araucária, 2001 a 2003	131
<b>TABELA 16</b>	- Risco Relativo de Óbitos por Doenças Respiratórias (CID – 10) e Faixa Etária em Cubatão – SP e Araucária – PR, 2001 a 2003 (por grupo de 10.000 pessoas)	132
<b>TABELA 17</b>	- População de Araucária – PR, Total e por Situação	133



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>CEM</b>	-	Centro de Especialidades Médicas
<b>CETESB</b>	-	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
<b>CIAR</b>	-	Centro Industrial de Araucária
<b>CIC</b>	-	Cidade Industrial de Curitiba
<b>CID</b>	-	Código Internacional de Doenças
<b>CISA</b>	-	CSN – Imsa Aços Revestidos S. A.
<b>COCELPA</b>	-	Companhia de Papel e Celulose do Paraná
<b>CODAR</b>	-	Companhia de Desenvolvimento de Araucária
<b>COMEC</b>	-	Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba
<b>CONAMA</b>	-	Conselho Nacional do Meio Ambiente
<b>CS</b>	-	Centros de Saúde
<b>DETRAN-PR</b>	-	Departamento de Trânsito do Paraná
<b>DR's</b>	-	Doenças Respiratórias
<b>EPA</b>	-	Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental, EUA)
<b>GNV</b>	-	Gás Natural Veicular
<b>IAP</b>	-	Instituto Ambiental do Paraná
<b>IBAMA</b>	-	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
<b>IBGE</b>	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IPARDES</b>	-	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
<b>IPEA</b>	-	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
<b>LACTEC</b>	-	Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
<b>NIS</b>	-	Núcleo Integrado a Saúde
<b>OPS (OPAS)</b>	-	Organização Pan-americana de Saúde
<b>PROCONVE</b>	-	Programa de Controle das Emissões de Veículos Automotores
<b>REPAR</b>	-	Refinaria Presidente Getúlio Vargas
<b>RMC</b>	-	Região Metropolitana de Curitiba
<b>SCU</b>	-	Sistema Clima Urbano
<b>SEMA</b>	-	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná

<b>SIMEPAR</b>	-	Instituto Tecnológico - Sistema Meteorológico do Paraná
<b>SMMA</b>	-	Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Araucária
<b>SMPL</b>	-	Secretaria Municipal de Planejamento de Araucária
<b>UEG</b>	-	Usina Elétrica a Gás
<b>UNEP/PNUMA-</b>		United Nations Environment Programme/ Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
<b>WEC</b>	-	World Energy Council (Conselho Mundial de Energia)
<b>WHO/OMS</b>	-	World Health Organization/Organização Mundial de Saúde
<b>WMO</b>	-	World Meteorological Organization (Organização Mundial de Meteorologia)

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>CFC</b>	-	Clorofluorcarbono
<b>CH<sub>4</sub></b>	-	Metano
<b>CO</b>	-	Monóxido de Carbono
<b>CO<sub>2</sub></b>	-	Dióxido de Carbono/Gás Carbônico
<b>HC</b>	-	Hidrocarbonetos (Compostos Orgânicos Voláteis)
<b>HCL</b>	-	Compostos Halogenados (HCL, HF, cloretos, fluoretos)
<b>HNO<sub>3</sub></b>	-	Ácido Nítrico
<b>HSO<sub>4</sub></b>	-	Bissulfato
<b>H<sub>2</sub>S</b>	-	Gás Sulfídrico
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b>	-	Ácido Sulfuroso
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b>	-	Ácido Sulfúrico
<b>MP/PM</b>	-	Material Particulado
<b>MPT</b>	-	Material Particulado Total
<b>NH<sub>3</sub></b>	-	Amônia
<b>NO<sub>x</sub></b>	-	Óxidos de Nitrogênio
<b>NO</b>	-	Monóxido de Nitrogênio
<b>NO<sub>2</sub></b>	-	Dióxido de Nitrogênio
<b>O<sub>3</sub></b>	-	Ozônio
<b>PI</b>	-	Partícula Inalável
<b>MP<sub>2,5</sub></b>	-	Partícula equivalente inferior a 2,5 µm de diâmetro
<b>MP<sub>10</sub></b>	-	Partícula equivalente inferior a 10 µm de diâmetro
<b>ppb</b>	-	partes por bilhão
<b>ppm</b>	-	partes por milhão
<b>PTS</b>	-	Partículas Totais em Suspensão
<b>SO<sub>x</sub></b>	-	Óxidos de Enxofre
<b>SO<sub>2</sub></b>	-	Dióxido de Enxofre
<b>SO<sub>4</sub></b>	-	Sulfato
<b>TOE/TEP</b>	-	Tons of Oil Equivalente/Tonelada Equivalente de Petróleo
<b>µm</b>	-	micrômetro
<b>µg</b>	-	micrograma
<b>µg/m<sup>3</sup></b>	-	micrograma por metro cúbico

## RESUMO

As áreas urbano-industriais expressam com maior complexidade a dinâmica que se estabelece entre o espaço e a sociedade. Nestes espaços estão concretizadas profundas modificações ligadas à lógica do modo de produção adotado por dada sociedade. A atividade industrial é responsável por alterações e degradações ambientais, possuindo grande potencial poluidor da atmosfera, quando utiliza direta ou indiretamente recursos naturais como matérias-primas, pelo combustível utilizado no processo produtivo e os resíduos gerados da fabricação das mercadorias. Os efeitos nocivos da poluição do ar são observados mesmo quando os poluentes atmosféricos encontram-se dentro dos parâmetros previstos em legislação específica. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a relação existente entre a taxa de morbidade por doenças respiratórias e as concentrações dos poluentes atmosféricos MP e SO<sub>2</sub>; correlacionando às variáveis climáticas e à qualidade de vida dos bairros urbanos do município de Araucária – PR. Os efeitos dos poluentes atmosféricos à saúde foram analisados a partir dos atendimentos diários de Doenças Respiratórias no período de 2001 a 2003, dados obtidos junto à Secretaria Municipal de Saúde e à Secretaria Municipal do Planejamento. A população objeto de estudo foi a infantil (0 a 6 anos) e a idosa (60 anos e mais). As concentrações diárias dos poluentes atmosféricos, MP e SO<sub>2</sub>, foram obtidos junto ao Instituto Ambiental do Paraná – IAP e ao Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC. Esta instituição e o Instituto Tecnológico Sistema Meteorológico do Paraná – SIMEPAR, forneceram os dados diários relativos as variáveis meteorológicas. Foram realizados estudos de séries temporais para os dados de DR's, poluentes atmosféricos e variáveis meteorológicas (temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima, precipitação, umidade relativa, velocidade e frequência da direção dos ventos). A pesquisa considerou a qualidade de vida dos bairros urbanos do município de Araucária, pois a qualidade de vida está relacionada à interação da coletividade com as condições socioambientais urbanas. Pôde-se inferir que o número de atendimentos aumentou entre os anos da pesquisa; sendo que os meses com os maiores atendimentos foram maio, junho, julho e agosto que apresentaram condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Nos bairros Capela Velha, Campina da Barra e Costeira que possuem qualidade de vida muito crítica verificaram-se os maiores atendimentos de doenças respiratórias. No entanto, a frequência da direção do vento teve atuação de destaque por transportar os poluentes das áreas industriais para os bairros de maior concentração populacional, assim como, transportar os poluentes da Cidade Industrial de Curitiba para área urbana de Araucária. As temperaturas mínimas e as elevadas amplitudes térmicas verificadas nos meses já citados também incrementaram o número de atendimentos de doenças respiratórias. A qualidade do ar implica necessariamente na realização efetiva do controle, da fiscalização e do monitoramento dos poluentes atmosféricos segundo padrões que assegurem a saúde e o bem estar.

Palavras-chave:

Doenças respiratórias, poluentes atmosféricos, qualidade do ar e qualidade de vida.

## ABSTRACT

The environmental issue has been discussed by the academy and contemporary society, due to activities or undertakings which modify and disturb the environment besides to damaging the health. The industrial activity turns up one of the biggest atmospheric pollution agents due to fuel and residues of productive process. Harmful effects on health can be observed even when levels of atmospheric pollutants are among limits postulated by the specific law. The aim the study was to analyse the relationship between the medical assistances due respiratory diseases and the concentration of atmospheric pollutants as MP and SO<sub>2</sub>. That data was related with the meteorological variables and the quality of life of Araucaria's urban districts. This research focus on health of urban population from Araucária. Araucária is one of biggest industrial cities of Paraná and it's situated on metropolitan region of Curitiba. The harmful effects on health from atmospheric pollution are analysed by medical reports about patients with respiratory diseases that searched for medical assistance into Araucária's town from 2001 to 2003. Those data had gotten on Secretaria Municipal de Saúde and Secretaria Municipal do Planejamento. The research focus on children (0 – 6') and elderly people (60' or more). Data about atmospheric pollutants, MP and SO<sub>2</sub>, had gotten on Instituto Ambiental do Paraná (IAP) and on Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC). Diary reports about meteorological data had gotten on LACTEC and Instituto Tecnológico Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR). Time series had drawn from several data as DR's, atmospheric pollutants and meteorological variables – minimum temperature, average temperature, maximum temperature, pluviality, relative humidity, speed of winds and frequency of direction of winds. This research took into account the quality of life that is connected with urban social and environmental conditions too. Then the quality of air depends of control and supervision of atmospheric pollutants according to standards that guarantee the health and the welfare of population. The results show that the number of medical assistances due to respiratory diseases increased between 2001 and 2003. The biggest incidence of medical assistances happens all years between May and August due to unfavourable conditions to disperse the atmospheric pollutants, like the frequency of direction of winds, the minimum temperature and the high thermal amplitudes observed on that months. The frequency of direction of winds is very important because it takes the pollutants from industrial areas, including the Cidade Industrial de Curitiba – a district of Curitiba, to Araucaria's districts that have a big people concentration. The Araucaria's districts where found the biggest number of medical assistences were Capela Velha, Campina da Barra and Costeira due to their awful standard of quality of life too.

Key-words:

Respiratory diseases, atmospheric pollutants, quality of air, quality of life.

## 1 INTRODUÇÃO

O modelo de desenvolvimento capitalista com suas estruturas econômicas e políticas, gerou uma série de implicações sociais e ambientais que repercutem na qualidade de vida e no meio ambiente. A sociedade em seu desenvolvimento técnico modifica os processos naturais e a intensidade dos problemas socioambientais, especialmente nas áreas urbanas-industriais, isto é, aquelas com maior concentrações populacionais.

Entre os problemas socioambientais urbanos, a qualidade do ar é um indicador da qualidade de vida, devido aos efeitos que os níveis de contaminantes podem causar ao ambiente urbano, especialmente à população residente. Os efeitos nocivos da poluição do ar à saúde são comprovados em diversos estudos que demonstram associação significativa entre a qualidade do ar e as taxas de morbidade e mortalidade, especialmente entre a população infantil e a idosa.

Neste cenário, o processo de urbanização e industrialização representa fator importante a ser considerado no aumento de contaminantes no ar que se respira, mesmo quando os poluentes atmosféricos se encontram dentro dos parâmetros previstos em legislação específica.

A crescente frota de veículos automotores verificada nos grandes centros urbanos e regiões metropolitanas brasileiras têm papel relevante na emissão de contaminantes atmosféricos. Por sua vez, a atividade industrial também é responsável por alterações e degradações ambientais, quando utiliza direta ou indiretamente recursos naturais como matérias-primas, elementos de infra-estrutura, combustível do processo produtivo e pelos resíduos ou efluentes atmosféricos resultantes deste processo. Portanto, as emissões atmosféricas industriais em Araucária – PR tornaram-se um dos focos desta pesquisa devido ao seu potencial de contaminação do ar e efeitos adversos à saúde.

Segundo TORRES (1996, p. 43), a partir da década de 70 ocorreu uma mudança na estrutura industrial do Brasil, com o crescimento de um gênero industrial de grande potencial de degradação ambiental, as chamadas “indústrias sujas, aquelas mais intensivas em recursos naturais” causando sua depleção, poluição atmosférica, hídrica e do solo. O autor indica as de minerais não-metálicos, metalurgia, siderurgia, papel e celulose, química e petroquímica como aquelas que mais provocam impactos ao meio ambiente.

A poluição do ar pode ser entendida, então, como degradação da qualidade do ar de maneira a prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, afetando desfavoravelmente o meio ambiente. É a liberação ou a presença de substâncias na atmosfera cujos efeitos podem se fazer sentir sobre a pele, mucosas, sistema nervoso central, sistema respiratório e cardiovascular, trazendo uma série de efeitos nocivos ou adversos à saúde. (GOMES, 2002)

Os efeitos nocivos ou adversos sobre o sistema respiratório são definidos como,

alterações fisiológicas ou patológicas com significado médico, evidenciadas por um dos seguintes parâmetros:

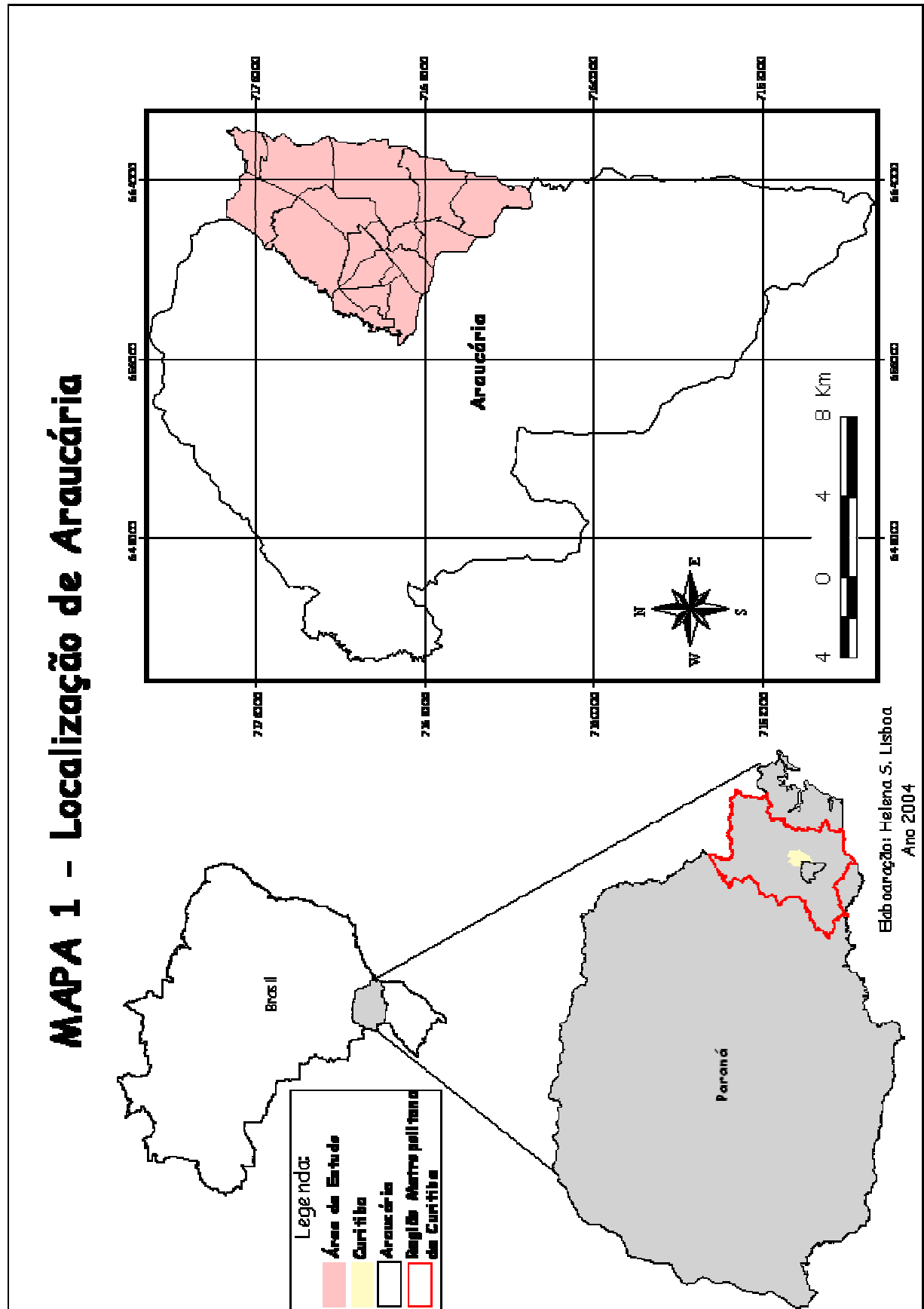
- 1) Interferência com a actividade normal da ou das pessoas afectadas;
- 2) Doença respiratória episódica;
- 3) Doença incapacitante;
- 4) Lesão permanente;
- 5) Disfunção respiratória progressiva. (GOMES, 2002, p. 263)

Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar a relação existente entre a taxa de morbidade por doenças respiratórias e as concentrações dos poluentes atmosféricos MP e SO<sub>2</sub>; correlacionando-as às variáveis meteorológicas e à qualidade de vida nos 18 bairros urbanos de Araucária – PR. O número de atendimentos diários por doenças respiratórias refere-se a população infantil (0 a 6 anos) e idosa (60 anos e mais), que buscaram os serviços médicos nos centros de saúde urbanos de Araucária, no período compreendido entre 1º de janeiro de 2001 e 31 de dezembro de 2003. Os objetivos específicos foram:

- Levantar e localizar as principais indústrias “sujas” instaladas no CIAR.
- Identificar as concentrações de SO<sub>2</sub> e MP – dados diários.
- Identificar legislação federal/estadual que regula as emissões atmosféricas.
- Localizar os Centros de Saúde urbanos e levantar o número de atendimentos de DR's.
- Analisar a frequência das direções e velocidade dos ventos.
- Correlacionar DR's, poluição do ar, temperatura, precipitação e umidade relativa.
- Mapear as DR's nos 18 bairros, correlacionando-as à qualidade de vida da população.

O modelo metodológico apresentado na página 120 possibilita, em um primeiro exame, compreender a estrutura e a organização desta pesquisa, os aspectos relevantes em estudo, as interações e as relações da dinâmica da Natureza e da Sociedade considerados de maneira a atingir o objetivo proposto.

O Município ocupa uma área de 460,85 km<sup>2</sup>, que representa 5,35% da Região Metropolitana de Curitiba – RMC. Sua localização pode ser observada no MAPA 1.



**MAPA 1 – LOCALIZAÇÃO DE ARAUCÁRIA NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, NO PARANÁ E NO BRASIL**  
 FONTE: SMPL, 2004



A população de Araucária é de 110.956 habitantes (ARAUCÁRIA, 2003). 91,36% residem na área urbana, que representa 18,23% da área total do município. Localiza-se no Primeiro Planalto Paranaense, tendo como coordenadas de referência a latitude 25° 35' 35" S e a longitude 49° 24' 37" WGr.

Araucária passou a fazer parte da Região Metropolitana de Curitiba – RMC, quando da institucionalização desta por legislação federal e leis complementares n.º 14/73 e n.º 20/74. A criação das regiões metropolitanas na década de 70 fazia parte da política de desenvolvimento urbano, que considerava a produção e a expansão industrial vinculadas fortemente à consolidação das metrópoles, pois estas eram o *locus* do processo de industrialização do país. (FIRKOWSKI; MOURA, 2001; IPARDES, 2004b) Atualmente, 26 municípios compõem a RMC, como pode ser observado no QUADRO 1.

**QUADRO 1 - COMPOSIÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA - PR**

Instituição Original <sup>(1)</sup>	Municípios Desmembrados	Inclusão por Legislações Estaduais
Almirante Tamandaré	Campo Magro	
Araucária		
Balsa Nova		
Bocaiúva do Sul	Tunas do Paraná	
Campina Grande do Sul		
Campo Largo		
Colombo		
Contenda		
Curitiba		
Mandirituba	Fazenda Rio Grande	
Piraquara	Pinhais	
Quatro Barras		
Rio Branco do Sul	Itaperuçu	
São José dos Pinhais		
		Cerro Azul <sup>(2)</sup>
		Doutor Ulysses <sup>(2)</sup>
		Quitandinha <sup>(2)</sup>
		Tijucas do Sul <sup>(2)</sup>
		Adrianópolis <sup>(3)</sup>
		Agudos do Sul <sup>(4)</sup>
		Lapa <sup>(5)</sup>

FONTE: IPARDES, 2004b, p. 159

Notas:

(1) Lei Complementar Federal n.º 14/73

(2) Lei Estadual n.º 11.027/94

(3) Lei Estadual n.º 11.096/94

(4) Lei Estadual n.º 12.125/98

(5) Lei Estadual n.º 13.512/02

Em 1963, instalou-se a primeira grande indústria em Araucária, a Companhia de Celulose e Papel do Paraná – COCELPA; mas o município apresentou mudanças significativas em seu perfil econômico e populacional, a partir da década de 70, especialmente com a implantação da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, criação do CIAR - Centro Industrial de Araucária e com o crescimento expressivo da RMC. A criação da Cidade Industrial de Curitiba – CIC na década de 70, como estratégia para dinamizar o processo de industrialização do estado do Paraná, evidenciou a mudança na estrutura industrial marcada até então “pelo predomínio dos seguintes gêneros: produtos alimentares, madeira, minerais não metálicos, mobiliário, papel e papelão e têxtil”. (FIRKOWSKI, 1998, p. 95) Na década de 80, os gêneros industriais mais representativos passam a ser o químico, o metalúrgico e o mecânico, trazendo o agravamento da questão socioambiental.

As implicações socioambientais do modelo de desenvolvimento capitalista são abordadas no Capítulo 2, assim como os problemas ambientais urbanos e a vulnerabilidade social de determinados segmentos ou grupos sociais que residem nas cidades brasileiras em relação à poluição atmosférica, especialmente nas áreas industrializadas. Faz parte deste capítulo a discussão sobre a qualidade do ar, os tipos de fontes de emissão de poluentes, as características dos poluentes atmosféricos em estudo (MP e SO<sub>2</sub>), as implicações meteorológicas nos processos de concentração ou dispersão dos poluentes, a legislação ambiental específica (padrões e índices de concentrações de contaminantes) e as repercussões à saúde, particularmente ao sistema respiratório. A literatura científica, com estudos internacionais e nacionais, evidencia relação significativa entre as taxas de morbimortalidade nas populações infantil e idosa e os níveis de concentração de poluentes e condições meteorológicas. Esses estudos também demonstram existir relação entre as taxas de morbidade e as condições de vida da população.

O Capítulo 3 tem por objetivo caracterizar a área de estudo, procurando evidenciar de que maneira o sítio urbano, a dinâmica populacional, a qualidade de vida nos bairros urbanos, o processo de urbanização e industrialização da RMC, colaboram ou estão relacionados ao número de atendimentos de DR's.

A contaminação da atmosfera por substâncias gasosas, partículas e/ou energia, com potencial de causar poluição, implica considerar o clima da cidade como um sistema. No Capítulo 4 é abordada a proposta Sistema Clima Urbano - S.C.U. (MONTEIRO, 1976); e o estudo ecológico de séries temporais, que associa

as contagens diárias de atendimentos por doenças respiratórias aos níveis diários dos poluentes. (LATORRE, 2001; CASTRO; GOUVEIA; ESCAMILLA-CEJUDO, 2003). As fontes dos dados, os dados (DR's, poluentes atmosféricos, variáveis meteorológicas) e os procedimentos de análise são apresentados neste capítulo.

A discussão dos resultados, espacialização/distribuição das DR's nos bairros urbanos de Araucária e correlação com as variáveis meteorológicas e a qualidade de vida são abordados no Capítulo 5.

As conclusões encontram-se no Capítulo 6.

A poluição do ar constitui-se, portanto, em uma questão de saúde pública devido aos efeitos sinérgicos e deletérios das diferentes substâncias, que podem exercer destacada influência na manifestação e agravamento de doenças, particularmente as respiratórias, na população infantil e idosa.

## **2 INTERAÇÃO DA DINÂMICA SOCIOAMBIENTAL À POLUIÇÃO DO AR – IMPLICAÇÕES À SAÚDE**

### **2.1 CONSUMO E MEIO AMBIENTE**

O modelo de desenvolvimento sócio-econômico subjacente à dinâmica das sociedades industriais acarretou uma série de problemas de ordem socioambiental, que têm mobilizado cientistas, pesquisadores, instituições públicas, empresas, setores organizados da sociedade civil e organismos internacionais, notadamente a partir da década de 70 do século XX. Tal mobilização incita uma reflexão crítica da lógica dominante, como também, a elaboração e a construção de propostas e estratégias que focalizam a estreita relação entre dimensão social, ambiental e econômica, contemplando, desta maneira, o ambiente biofísico, a preservação dos recursos naturais, a promoção e o bem-estar dos seres humanos.

O espaço organizado segundo a lógica do capital levou pesquisadores ao reconhecimento de que a base de recursos naturais de que os seres humanos dispõem é limitada e exaurível e que os problemas ambientais representam contradições presentes nas relações sociais.

Entendida de maneira restrita, a degradação ambiental diz respeito à destruição e à ruptura do equilíbrio de ecossistemas naturais. Ademais, compreendida de modo conservador, essa destruição e essa ruptura são debitadas na conta da “ação humana” ou, como dizem os cientistas naturais, do “fator antrópico”, sem se levar em conta que, em uma sociedade estruturalmente heterogênea e heterônoma, o comando do processo de degradação é prerrogativa de alguns indivíduos e grupos, que os ganhos com esse processo não são uniformemente repartidos e que os impactos sociais negativos dessa degradação não incidem com a mesma intensidade sobre toda a população. (...) a degradação ambiental é entendida como o solapamento da qualidade de vida de uma coletividade na esteira dos impactos negativos exercidos sobre o ambiente – que tanto pode ser o “ambiente natural” ou recursos naturais quanto o ambiente construído, com seu patrimônio histórico-arquitetônico, seu valor simbólico-afetivo etc. – por fenômenos ligados à dinâmica e à “lógica” do modelo civilizatório e do modo de produção capitalista. Tais fenômenos são, por exemplo, a industrialização, o aumento da frota de veículos automotores e a deterioração de ambientes naturais ou a destruição do patrimônio histórico-arquitetônico como resultado de empreendimentos imobiliários. (SOUZA, 2000, p. 113)

Abordar a problemática ambiental traz consigo a necessidade de análise dessa lógica que organiza e estrutura uma determinada dinâmica socioespacial; pela compreensão das relações sociais que norteiam a construção histórica de valores e padrões para a sociedade em relação aos recursos naturais, às atividades produtivas,

ao consumo e à qualidade de vida. “Os problemas ambientais dizem respeito, portanto, às formas pelas quais o homem produz esse lugar com o objetivo de garantir suas condições de sobrevivência.” (PEREIRA, 2001, p. 35)

A Revolução Industrial do século XIX – na Europa Ocidental – é marco histórico, e o processo de produção dela decorrente intensificou a transformação dos recursos naturais, assim como a idéia de sua inesgotabilidade,

a expropriação dos recursos naturais para produção de mercadorias traz consigo uma enorme capacidade de interferência nos ecossistemas e, ao mesmo tempo, uma infinidade de novos rejeitos poluidores. Em última análise, o projeto civilizatório escolhido pelo homem pós-industrial traz no seu cerne a essência da “crise ecológica”, caracterizada basicamente como uma crise de **relações** – dos seres humanos entre si, desses para com os demais seres vivos e para com o seu próprio espaço – e de **valores**<sup>1</sup> – a escolha pela ação conjunta deve ser encarada como propósito social de integração. (ROCHA, 2002, p. 19)

A sociedade moderna, ao longo dos três últimos séculos, alcançou avanços científicos que possibilitaram a ampliação da capacidade de criação e desenvolvimento de novas tecnologias, o aumento da produção de diversas mercadorias, elevando níveis de conforto e bem-estar, mas, por outro lado, a riqueza e os benefícios produzidos não estão acessíveis a todos. A concepção de que a natureza é fonte de recursos e objeto à disposição do ser humano e das atividades produtivas é expresso por uma tendência em que “o consumismo é visto como um comportamento que conduz a um aumento da produção, e conseqüentemente, ao progresso econômico e à decorrente melhoria do bem-estar social.” (PENNA, 1999, p. 18) Com isso, difunde-se a percepção que qualidade de vida é sinônimo de padrão de vida.

Em um modelo industrial de exploração e degradação ambiental, as conseqüências do estímulo ao consumismo encerram necessariamente uma dependência em relação aos recursos naturais no sentido de ampliar a capacidade produtiva, e, ao mesmo tempo, a sua depleção; afinal, trata-se de um modo de produção que envolve fluxo de materiais e de energia, pois qualquer mercadoria ou serviço utilizado “demanda a descoberta, extração e transformação de matérias-primas, incluindo-se nesse processo o consumo de combustíveis fósseis ou de energia elétrica e a geração de resíduos poluentes.” (PENNA, 1999, p. 21) O consumo irá gerar um subproduto final, uma forma de poluição após o descarte ou o uso.

---

<sup>1</sup> Grifos do autor

De acordo com BERNARDES e FERREIRA (2005, p. 25) as melhorias nas condições materiais de existência estão diretamente relacionadas “às mudanças essenciais na estrutura das sociedades históricas e não à introdução de novas técnicas num determinado espaço que, em si, não induzem a mudanças sociais.”

GONÇALVES (1996, p. 122) reitera e amplia a discussão ao afirmar que, “a técnica não pode ser vista independentemente de um determinado contexto social, político e cultural. A técnica, mediação entre o social e o natural, é instituída num campo de relações intersubjetivas e, dessa forma, longe está de ser neutra”.

Com o fim da 2ª Guerra Mundial, verifica-se um processo acelerado de industrialização, aumento da produção e do consumo de bens e serviços, PENNA (1999) apresenta dados de caráter global para ilustrar essa “explosão de consumo”:

Entre o final da Segunda Guerra Mundial e os últimos anos da década de 80, enquanto a população mundial apresentava um crescimento extraordinário de 120%, a produção global de bens conhecia um aumento ainda mais vertiginoso, de cerca de 400%. Isto deveu-se essencialmente à industrialização, que atingiu vários continentes, provocando um crescimento acelerado das cidades. As populações urbanas demandam um número muito mais elevado de bens e serviços do que as populações rurais. O número de automóveis rodando no mundo aumentou, entre 1970 e 1990, de 250 para 580 milhões. [Neste mesmo período], o consumo de petróleo elevou-se de 17 para 24 bilhões de barris por ano, enquanto o de gás natural pulou de 31 para 70 trilhões de pés cúbicos. Mas o consumo de energia comercial no planeta, medido em toneladas de óleo equivalente (toe), deu um salto, entre 1950 e 1990, de 1.650 para 8.100 milhões de toe, um crescimento de 390%. O aumento da produção e da oferta de bens materiais, consequência natural da civilização industrial, favoreceu o surgimento de uma sociedade que faz a apologia do consumo. Em 1960, 1% dos lares americanos possuía TV a cores; em 1987, já eram 93%. [Segundo] Andrew Pollack em artigo no *New York Times* de julho de 1993, as famílias do hemisfério norte gastam cerca de US\$ 9 bilhões por ano em *video-games* para seus filhos. Para efeitos de comparação, no período de 1989-1991, a ajuda norte-americana de todos os tipos para o desenvolvimento de países estrangeiros foi de US\$ 10,1 bilhões; a do Japão, US\$ 9,7 bilhões. (PENNA, 1999, p. 28-31)

As práticas econômicas, ao modificarem o espaço físico, geraram uma dinâmica de mercado, produção e adequação do meio ambiente, por meio de um incremento técnico visando à acumulação; “ao ser modificado, [o espaço] torna-se condição para novas mudanças, modificando, assim, a sociedade.” (COELHO, 2004, p. 16)

Para GUIMARÃES (2005), as políticas econômicas e sociais dos países, de modo geral, ao estimularem o consumo, geram uma demanda por bens materiais, mas são ineficazes na distribuição equitativa do progresso material. Determinados segmentos da sociedade tendem a considerar o consumo como um indicador do

crescimento e desenvolvimento econômico, atrelado à produtividade industrial, disseminando amplamente no imaginário social a idéia de que qualidade de vida está estreitamente vinculada à capacidade de consumo do indivíduo. “Perpetua-se assim o binômio produção-consumo que estrutura a sociedade contemporânea em sua relação de exploração ao meio ambiente, tornando essa relação necessária para a manutenção da boa qualidade de vida projetada”. (GUIMARÃES, 2005, p. 85) O sistema de contabilidade econômica utilizado por muitos países determina um valor à depreciação das instalações e dos equipamentos e o subtrai do montante global de produtos e serviços, mas não leva em consideração a depreciação do capital natural, como a poluição do ar, dos recursos hídricos, do solo e a destruição de florestas. (PENNA, 1999; MACEDO, 2004; GUIMARÃES, 2005)

Um exemplo é o fato do automóvel representar um símbolo de prestígio, estimulando a motorização individual em detrimento do transporte coletivo. Essa prática vem gerando tráfegos cada vez mais lentos, uso de combustíveis de fonte energética não-renovável e, conseqüentemente, intensificação da poluição atmosférica. A maior utilização dos automóveis está relacionada à idéia de “mobilidade” e autonomia, conferindo também *status* como proprietário, fato que acaba repercutido na sua produção e uso. Em 1950, havia um carro para cada grupo de 46 pessoas no mundo; em 1970, um para cada grupo de 18 pessoas; em 1997, a proporção já era de um para 12 pessoas. (PENNA, 1999). A distância percorrida pelo motorista dos Estados Unidos em 1950 era de 3.800 km, em média anual; em 1990 subiu para 9.700 km. Existe uma tendência de as pessoas permanecerem mais tempo dentro dos automóveis para realizar suas tarefas diárias – aspecto mensurado nos Estados Unidos, como pode ser verificado na TABELA 1.

**TABELA 1 – VARIAÇÃO DA QUILOMETRAGEM ANUAL EM DESLOCAMENTOS DE AUTOMÓVEIS PARA ALGUNS OBJETIVOS ENTRE 1969 E 1990, EUA**

<b>Objetivo</b>	<b>Variação em %</b>
De casa para o trabalho	+ 16
Compras	+ 88
Negócios pessoais	+ 137
Social e recreação	- 1
Todos os objetivos (inclui outros não listados aqui)	+ 22

FONTE: PENNA, 1999, p. 195

A ANFAVEA (2005), em seu *Anuário da Indústria Automobilística Brasileira*, apresenta a evolução do número de habitantes por automóvel em países selecionados, entre os quais alguns foram destacados na TABELA 2.

**TABELA 2 – HABITANTES POR AUTOMÓVEL EM PAÍSES SELECIONADOS, 1993 - 2002**

PAÍS	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
EUA	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
Itália	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5
Japão	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
Alemanha	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
Canadá	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	1,7
Espanha	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9	1,7
Áustria	2,0	1,9	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,9
Bélgica	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9
Polônia	4,9	4,9	3,8	4,3	4,3	4,3	4,3	3,5	3,5	3,0
Coréia do Sul	7,2	6,1	5,2	4,8	4,3	4,4	4,2	4,2	3,6	3,4
México	7,8	7,5	7,5	7,9	7,4	7,0	6,8	6,6	6,1	5,3
Argentina	5,2	6,0	5,9	5,8	5,7	5,5	5,5	5,5	5,2	5,4
Brasil	11,1	10,4	10,3	9,4	9,1	9,0	8,9	8,8	8,6	8,4

FONTE: ANFAVEA, 2005, p. 158 (Organização: Simone Laís de SOUZA)

Ocorreu, de modo geral, um incremento no número de automóveis em circulação nos diferentes países.

Quanto ao Brasil, o aumento do número de veículos alcançou níveis superiores ao consumo de outros bens no país. De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, entre 1970 e 1980, enquanto a população brasileira aumentava em cerca de 30%, o número de domicílios que possuíam automóveis crescia em 260%, porcentagem superior ao crescimento do número de geladeiras - 176% - ou de residências atendidas por rede de abastecimento de água, que cresceu 139%, para o mesmo período. (IBGE, Anuário Estatístico, 1970; 1980)

Segundo GOLDEMBERG (1998), aproximadamente metade da produção mundial de petróleo é consumida pelos veículos, o que implica, ao mesmo tempo,



uma pressão sobre os recursos naturais e o meio ambiente, que reforça a motorização individual, os congestionamentos nas áreas urbanas e a emissão de contaminantes atmosféricos.

A Conferência Mundial de Energia, realizada em 1989, projetou – caso o crescimento demográfico e econômico global persistam – um aumento de demanda da energia mundial de 75% em torno do ano 2020, energia esta cujo fornecimento continuará a ser predominantemente de combustíveis fósseis. Atualmente, 88% da energia comercial utilizada no mundo provém de combustíveis fósseis. O fluxo de energia da economia mundial cresceu 60 vezes entre 1860 e 1985, e continua a crescer irregularmente, mas de forma inexorável. (PENNA, 1999, p. 137)

A partir da década de 70, há uma tomada de consciência para os problemas ambientais de forma global. O caráter predatório das atividades humanas desencadeia movimentos ambientalistas.

A crise ambiental é a crise ecológica, pois toda atividade humana incide no ecossistema, pela extração dos recursos naturais ou pelo lançamento de resíduos na forma de matéria ou energia degradada. A reprodução dos padrões de consumo e desperdício dos países do centro na periferia do sistema levaria a um esgotamento dos recursos, pois não se considera o custo ambiental associado às atividades produtivas. “Os custos normalmente considerados são os internos a essa atividade, ou seja, os que dizem respeito à sua contabilidade *interna* (custos ditos privados) – outros custos (...) constituem *externalidades* que se excluem do cálculo econômico”. (CAVALCANTI, 2004, p. 150) O problema reside em indicadores econômicos incapazes de medir o nível da destruição e da depleção dos recursos naturais.

De acordo com LAGO e PÁDUA (1984)

a atual crise ecológica não se deve a ‘defeitos’ setoriais e ocasionais no sistema dominante, mas é consequência direta de um modelo de civilização insustentável do ponto de vista ecológico. (...) apenas uma mudança global nas estruturas econômicas, sociais e culturais pode encaminhar uma solução para a atual crise ambiental. (...), o Ecologismo se desloca também da perspectiva conservacionista ao colocar como objetivo não apenas a resolução da crise ambiental, como também a da própria crise social. Em outras palavras, ele considera o modelo dominante não apenas ecologicamente insustentável como também socialmente injusto. (LAGO; PÁDUA, 1984, p. 36)

Segundo CAVALCANTI (2004, p. 150), “modos de organização econômica predadores dos recursos finitos da biosfera revelam-se cada vez mais

insustentáveis”, e os impactos ambientais passam a ser globais, mobilizando a todos, inclusive as chamadas sociedades prósperas, pois interferem no bem-estar alcançado. Tais problemas, no entanto, não poderiam ser enfrentados em escala nacional; há um crescente reconhecimento entre pesquisadores, governos, organizações não-governamentais, organizações internacionais, como as Nações Unidas, de que com atuações isoladas nossa capacidade de tratar as questões ambientais fica reduzida.

A degradação ambiental e suas conseqüências deram origem a estudos, conferências e proposições, no sentido de diminuir os danos ao meio ambiente e a depleção dos recursos naturais. Cabe citar um dos estudos do Clube de Roma (fundado em 1968 por Aurélio Peccei), denominado Limites do Crescimento (*The Limits of the Growth*) - 1972, publicado por Danella e Dennis L. Meadows. Essa obra apresentou um diagnóstico dos recursos naturais, inferindo que a degradação era resultado do crescimento populacional descontrolado e da exigência sobre os recursos naturais, propondo o crescimento econômico zero e a estabilidade no crescimento populacional para as nações. Os autores enfatizaram neste documento que a extinção dos recursos naturais levaria à extinção da população humana. (TOMMASI, 1979; FOLADORI, 2001b; SEABRA, 2005)

Os principais autores, Edward Goldsmith e Robert Allen, do documento *A blueprint for Survival*, publicado em 1972 na revista britânica *The Ecologist*, também afirmavam que o crescimento econômico contínuo exerceria uma atração sobre os governos nacionais dos diferentes países, comprometendo e exaurindo os recursos naturais e gerando degradação do meio ambiente. (TOMMASI, 1979; FOLADORI, 2001b; MARTINELLI, 2004; SEABRA, 2005)

Em 1972, na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo, Suécia, organizada pela Organização das Nações Unidas – ONU, foram deliberados pontos importantes: além da contestação à proposta de crescimento econômico zero e da discussão sobre acidentes de grande impacto ambiental, houve a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA e da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – CMMAD. Assim, a partir deste evento, inseriu-se a temática ambiental de forma definitiva nas discussões e agendas internacionais, o que representou “por um lado, a primeira tentativa mundial de equacionamento dos problemas ambientais, por

outro, significou também a comprovação da elevada degradação em que a biosfera já se encontrava.” (MENDONÇA, 1994, p. 46)

Em 1987, a COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (também conhecida como Comissão Brundtland), presidida por Gro Harlem Brundtland, primeira ministra da Noruega, apresentou o documento denominado *Nosso futuro comum*, um diagnóstico dos problemas ambientais em escala global. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991)

A comissão propôs que o desenvolvimento econômico fosse integrado à questão ambiental, surgindo assim as bases do desenvolvimento sustentável, o qual recebeu a seguinte definição: “desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 46)

Essa nova percepção da realidade influenciou a formulação de políticas públicas nacionais, primeiro nos países desenvolvidos e depois nos países em desenvolvimento, voltadas à resolução dos problemas ambientais que se multiplicavam e a estabelecer novos padrões de uso dos recursos naturais. Tratados internacionais começaram a ser negociados para encaminhar soluções para problemas ambientais globais, ao mesmo tempo em que um número cada vez maior de organizações não-governamentais passou a se interessar pelo tema e em que os organismos internacionais reorientaram suas estratégias de ação, incorporando as preocupações com a degradação ambiental. (CUNHA; COELHO, 2005, p. 56)

Além de divulgar o termo desenvolvimento sustentável, o relatório também estabelece uma interdependência entre pobreza, desigualdade e degradação ambiental, questões que devem ser analisadas de forma conjunta, indicando, no entanto, “a pobreza como uma das causas (e conseqüências) dos problemas ambientais; daí que não se possa pensar em encarar as questões ambientais à margem de uma perspectiva que abarque a pobreza e a desigualdades internacionais.” (FOLADORI, 2001b, p. 117) Conforme FOLADORI (2001b), o relatório não admite de forma explícita que as questões ambientais e sociais estão relacionadas ao sistema capitalista de produção, apenas insere que tais questões não podem ser analisadas separadamente.

Outros documentos e eventos que tiveram influência na elaboração de instrumentos de planejamento ambiental são a Agenda 21, elaborada durante a

Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - CNUMAD, Rio – 92 e a Convenção sobre a Alteração Climática; o relatório da Conferência Mundial sobre Direitos Humanos, que ocorreu em Viena, em 1993; os documentos resultantes da *World Summit for Social Development*, em Copenhague, em 1995; a Agenda Habitat II, resultante da Conferência sobre Assentamentos Humanos em 1996; o Protocolo de Kioto, 1997; a Declaração de Hannover – III, Conferência Européia sobre Cidades Sustentáveis, 2000; e a adaptação e discussão da Agenda 21 na Cúpula Mundial de Desenvolvimento Sustentável, denominada Rio+10, realizada em Johannesburgo em 2002. Cabe destacar outro documento denominado *Agenda Marrom*<sup>2</sup>, que apresenta diretrizes políticas do Banco Mundial, com a possibilidade de estas sejam adaptadas à realidade e escalas nacionais, regionais e locais. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991; FOLADORI, 2001b; FERREIRA, 2003; MARTINELLI, 2004)

Em âmbito nacional, cabe destacar a lei federal 10.257/2001 conhecida por Estatuto da Cidade, que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal. Esta legislação procura contemplar as discussões internacionais, estabelecendo instrumentos de regulação e gestão relacionados à ocupação e ao desenvolvimento das atividades produtivas no ambiente urbano. (BRUNA; PIRRÓ, 2004)

O relatório *Nosso Futuro Comum* (1987) já enfatizava a importância da indústria, pois as sociedades modernas têm suas economias assentadas no crescimento econômico propiciado por esta atividade produtiva, apesar das implicações ambientais.

Muitas das necessidades humanas essenciais só podem ser atendidas por meio de bens e serviços que a indústria fornece. A produção de alimentos requer quantidades cada vez maiores de agroquímicos e maquinaria. Além disso, os produtos industrializados constituem a base material dos padrões de vida contemporâneos. Por isso, todas as nações precisam de bases industriais eficientes para atender às novas necessidades, e conseguir tais bases é uma de suas justas aspirações. A indústria extrai matérias-primas de base de recursos naturais e introduz no meio ambiente humano não só produtos como também poluição. Ela pode melhorar o meio ambiente ou deteriorá-lo. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 230)

---

<sup>2</sup> “O documento do Banco Mundial conhecido como Agenda Marrom aponta os cinco maiores problemas da poluição no Brasil: saneamento básico inadequado, poluição do ar nas áreas metropolitanas, poluição das águas nas áreas urbanas, gestão precária de resíduos sólidos e poluição localizada grave.” (LIMA; RONCAGLIO, 2001, p. 57)

A COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (1991) também inferiu mudanças na estrutura industrial dos países em desenvolvimento,

as indústrias pesadas, tradicionalmente as que mais poluem, têm crescido em relação às indústrias leves. Ao mesmo tempo, tem havido um declínio substancial na participação das indústrias ligadas a produtos alimentícios, e em menor grau nas de têxteis e vestuário. (...) A indústria química é também um dos setores mais dinâmicos em vários países, incluindo muitos em desenvolvimento. Mas essa indústria e seus produtos podem exercer um impacto particularmente grave sobre o meio ambiente. Ela deu origem a uma infinidade de novos problemas de poluição não só ligados aos produtos como aos processos. Continua a gerar uma quantidade cada vez maior de produtos e rejeitos cujos efeitos, sobretudo em longo prazo, sobre a saúde do homem e o meio ambiente ainda são praticamente desconhecidos. (COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO, 1991, p. 232, 249)

Portanto, ao modo de produção capitalista está atrelado a questão ambiental; assim, em decorrência da sociedade que historicamente se construiu no país, somando-se a “internacionalização do processo produtivo, da divisão internacional do trabalho, (...) sobra para os países do Terceiro Mundo maior probabilidade de concentrarem as ‘tecnologias sujas’ nos seus territórios.” (ROUQUAYROL; ALMEIDA Fº, 2003, p. 382)

Cabe destacar o conteúdo de um memorando interno do Banco Mundial, elaborado por um dos seus principais economistas, Lawrence Summers, reproduzido em 1992 na revista inglesa *The Economist*. Segundo o memorando, o Banco Mundial deveria incentivar a transferência das indústrias poluidoras dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento, apresentando para isso três argumentos:

- a) As indústrias poluentes podem afetar a saúde dos trabalhadores e da população circundante. Mas como esses custos dependem, em última instância, dos salários perdidos, deveria ser incentivada a transferência para os países com salários mais baixos. (...)
- b) Os custos causados pela poluição não são lineares, de maneira que uma mesma quantidade de poluição resulta numa indenização muito mais barata em países nos quais não existe poluição que naqueles altamente poluídos. (...)
- c) A demanda por um meio ambiente limpo ou saudável é muito variável. Depende da cultura, do conhecimento da causa das enfermidades, da esperança de vida etc. (FOLADORI, 2001b, p. 122)

Em face das evidências fornecidas em relação à produção econômica desvinculada da dimensão ambiental e social, organismos internacionais, ONG's e

sociedade civil organizada pressionam os governos e as elites dos países em desenvolvimento quanto às responsabilidades pelos danos ao meio ambiente. No entanto, governos, elites e empresários adotam uma postura de defesa do meio ambiente muitas vezes retórica; pois, ao mesmo tempo, verbas são cortadas para a fiscalização ambiental, e a ação de empresas madeireiras é liberada mesmo quando deslocam populações locais, o que configura omissão frente a poluição dos recursos hídricos e outros impactos socioambientais gerados pelas atividades produtivas.

Se o país, apesar de tudo, tivesse tido nas últimas décadas uma trajetória econômica de êxito admirável, tivesse de fato se desenvolvido, com redução da pobreza absoluta, criação de emprego, aumento do salário, promoção do bem-estar social e melhoria indiscutível da qualidade de vida, poder-se-ia tratar o custo ambiental do processo como um preço razoável a ser pago. (CAVALCANTI, 2004, p. 152)

A crise ecológica ao contestar e questionar o progresso ilimitado gerado pelo sistema capitalista, focalizou e centralizou as discussões na interdependência entre o ser humano e a natureza, relação negligenciada pelo projeto de modernidade. Há, contudo, um discurso que dissemina a “necessidade” de um crescimento econômico cada vez mais ampliado e, que, para FREY (2001, p. 1) “privilegia a questão da geração de emprego ‘a qualquer custo’, em detrimento às preocupações acerca da sustentabilidade que prevaleceram na época da Rio-92.”

Mesmo diante de uma tendência em âmbito mundial favorável à concepção de desenvolvimento sustentável não é possível reconhecer nos projetos, programas e ações desenvolvidos pelo poder público, o compromisso com a defesa do meio ambiente e das gerações futuras.

Ao mesmo tempo em que o debate público sobre a sustentabilidade tem impulsionado a criação de novos arranjos institucionais, novos regimes ambientais de negociação e fóruns de debate, investimentos significativos na ciência e pesquisa ambiental, assim como a consolidação de um movimento ambientalista transnacional; o sistema político, tanto no nível internacional, quanto no nacional e local, tem-se mostrado incapaz ou insuficientemente preparado para traduzir e transformar as crescentes demandas de cunho ambientalista em políticas públicas capazes de promover um modelo alternativo de desenvolvimento. (FREY, 2001, p. 2)

Para FREY (2001), as estratégias de desenvolvimento sustentável somente avançam de forma significativa se norteadas por práticas democráticas que ampliem

a discussão política e incorporem, além da dimensão ambiental, a social e a econômica.

Parece existir um consenso de que o conceito de desenvolvimento sustentável se ampliou, incorporando questões relativas aos aspectos sociais e econômicos, pois os problemas ambientais devem ser enfrentados juntamente com a pobreza e as desigualdades sociais. (SEABRA, 2005)

Assim sendo, na última década, dois marcos vieram contribuir para a emergência de um novo modo de pensar: o primeiro, está relacionado com a valorização da importância da Terra; e o segundo, ao diagnóstico da gravidade dos problemas ambientais, acumulados, e que projetados para um futuro não muito remoto, poderiam vir a inviabilizar não apenas o modelo de desenvolvimento econômico como também a própria sobrevivência da espécie humana. O reconhecimento da interdependência entre saúde, desenvolvimento econômico, qualidade de vida e condições ambientais, vem sendo superado pela consciência de que a capacidade de interferência humana desenvolve um papel contundente no equilíbrio e na evolução de sistemas complexos. Isto significa constatar as possibilidades e as responsabilidades decorrentes da capacidade de intervenção da sociedade humana sobre seu destino, e o da vida no planeta como um todo. (SANTOS; CÂMARA, 2002, p. 217)

A crise ambiental e os movimentos ambientais da década de 70 acarretaram uma discussão ampla e abrangente do uso sustentável dos recursos naturais. Assim, ganha força também o questionamento acerca da qualidade de vida, trazendo implícita a dimensão ambiental, principalmente para os centros urbanos que, no caso do Brasil, concentram mais de 80% dos seus habitantes.

## 2.2 PROBLEMAS AMBIENTAIS URBANOS E VULNERABILIDADE SOCIAL

As áreas urbano-industriais expressam com maior complexidade a dinâmica socioespacial; nelas concretizam-se profundas modificações ligadas à lógica do modo de produção. Se por um lado os processos de urbanização e industrialização geraram espaços de produção, consumo e socialização, por outro produziram impactos ao meio ambiente. (SANTOS; CÂMARA, 2002; BRUNA; PIRRÓ, 2004)

O processo de urbanização e industrialização levou as cidades a um adensamento populacional, a um crescimento desordenado e, conseqüentemente, à deterioração ambiental. Fenômenos como poluição atmosférica, sonora, visual e hídrica, ilhas de calor, disponibilização de recursos hídricos para sustentar os aglomerados urbanos e congestionamentos estão associados à falta de infraestrutura e saneamento básico, falta de moradias, desemprego e violência. (SANTOS; CÂMARA, 2002; BRUNA; PIRRÓ, 2004; COELHO, 2004; BERNARDES; FERREIRA, 2005)

A cidade é um ambiente construído extremamente artificial, implicando impactos formidáveis sobre o espaço natural, o assim chamado “meio ambiente” – e, quanto maior e mais complexa é a urbe, maiores são esses impactos. A presença dos fatores e condicionantes naturais não desaparece na grande metrópole, contudo; na realidade, os impactos da sociedade sobre o ambiente natural, por conta de fenômenos como os mencionados, acabam muitas vezes retornando sobre a sociedade sobre a forma de problemas e catástrofes. (SOUZA, 2000, p. 114)

Os problemas ambientais presentes nas cidades surgem como resultado da organização econômica e social da sociedade urbana e industrial, que é heterônoma, e interage com o meio ambiente a partir de classes sociais, que, por sua vez possuem possibilidades, objetivos e interesses diferentes, muitas vezes opostos. (FOLADORI, 2001b) As relações e processos socioespaciais acabam por destinar as áreas de maior risco<sup>3</sup> aos segmentos sociais menos favorecidos, e, enquanto os custos das atividades econômicas nos centros urbanos são divididos

---

<sup>3</sup> “Risco é a probabilidade de ocorrência de um resultado desfavorável, de um dano ou de um fenômeno indesejado. Dessa forma, estima-se o risco ou a probabilidade de que uma doença exista, através dos coeficientes de incidência e prevalência. Considera-se ‘fator de risco’ de um dano toda característica ou circunstância que acompanha um aumento de probabilidade de ocorrência do fato indesejado, sem que o dito fator tenha de intervir necessariamente em sua causalidade.” (ROUQUAYROL; ALMEIDA F°, 2003, p. 679) “O termo risco pode ser definido de diferentes formas; no entanto, o mesmo está *sempre* associado a dois fatores: à possibilidade de ocorrer um evento indesejado e às suas respectivas conseqüências (danos/impactos).” (SERPA, 2002, p.105)



igualmente com toda sociedade, os benefícios, contudo, são apropriados somente por alguns.

Os problemas ambientais dos espaços físicos ocupados pelas classes sociais menos favorecidas estão associados à desvalorização pela proximidade às áreas de inundação do leito dos rios, de siderúrgicas, metalúrgicas, usinas termoeletricas e outros tipos de indústrias, bem como a áreas suscetíveis a deslizamentos e erosões, falta de infraestrutura urbana com moradias, serviços de saúde e saneamento básico precários. Os problemas ambientais decorrentes são percebidos pelos segmentos sociais menos favorecidos, que, “confinados às áreas mais suscetíveis às transformações próprias dos processos ecológicos, porém aceleradas pelas ações humanas, não podem enfrentar os custos da moradia em áreas ambientalmente mais seguras” ou em áreas que tenham sido implantadas obras mitigadoras de impactos ambientais. (COELHO, 2004, p. 20)

COELHO (2004) faz referência ao impacto ambiental urbano, ressaltando que este é decorrente de

processo de mudanças sociais e ecológicas causado por perturbações (uma nova ocupação e/ou construção de um objeto novo: uma usina, uma estrada ou uma indústria) no ambiente. Diz respeito ainda à evolução conjunta das condições sociais e ecológicas estimulada pelos impulsos das relações entre as forças externas e internas à unidade espacial e ecológica, histórica ou socialmente determinada. É a relação entre sociedade e natureza que se transforma diferencial e dinamicamente. (COELHO, 2004, p. 24-25)

LIMA e RONCAGLIO (2001), ao se referirem aos níveis dos problemas e degradações socioambientais nos centros urbanos, chamam a atenção para a incorporação do termo *socioambiental*, que, para eles, implica na constatação de que não se pode conceber ambiente e natureza isoladamente, independentemente da ação humana, especialmente se considerarmos a concentração populacional nos centros urbanos. Segundo esses autores, o termo degradação socioambiental urbana expressa de maneira qualitativa dois aspectos principais: que a ação humana modifica o meio ambiente urbano e que este é socialmente criado e configurado coletivamente a partir de um meio físico.

A Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente – no art. 3º, incisos II, III, IV e V – define degradação da qualidade ambiental como alteração adversa das características do meio ambiente. A expressão degradação ambiental qualifica os danos ao meio ambiente resultante de

processos que provocam lesões causadas pela ação de pessoas, seja física ou jurídica, de direito público ou privado, que levem à perda ou redução em algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou a capacidade produtiva dos recursos ambientais. (LIMA; RONCAGLIO, 2001; ARAÚJO, 2004)

É na relação sociedade e natureza que os problemas ambientais são gerados. Em âmbito urbano estes são agravados e, ao mesmo tempo, incrementam os problemas sociais, principalmente aqueles relacionados à infra-estrutura urbana precária, à pobreza, à qualidade de vida, especialmente nas grandes cidades e áreas metropolitanas. Segundo FOLADORI (2001a), no espaço urbano, materializado na cidade, encontramos os principais responsáveis pelos problemas ambientais; no entanto, a resolução dos mesmos passa pela diferenciação de suas causas estruturais e aparentes ou visíveis.

FOLADORI (2001a, p. 70) considera como causas estruturais dos problemas ambientais “aquellas relacionadas con las tendencias intrínsecas al sistema capitalista y derivadas, por tanto, de sus relaciones de producción. Las causas aparentes serían las manifestaciones derivadas de las relaciones técnicas.” A qualidade do ar nos centros urbanos teria como causa aparente, segundo o autor, a emissão de contaminantes atmosféricos, que pode ser confrontada por meio de medidas técnicas – combustíveis limpos, controle e monitoramentos das emissões dos processos industriais, projetos de motores de veículos com baixos índices de emissão de poluentes, etc. -; mas as causas estruturais da qualidade do ar estão relacionadas ao modo de produção capitalista: ao surgimento de áreas densamente povoadas e de orientação industrial. Em outras palavras, a causa estrutural da poluição do ar é decorrente da divisão territorial do trabalho entre o campo e a cidade, inerente ao capitalismo. Com o desenvolvimento das forças produtivas, a mecanização em determinadas áreas rurais gera, entre outras conseqüências, migrações para as cidades. Estas provocam grande concentração populacional e, ao mesmo tempo, a constituição de uma força de trabalho barata: farta e de baixa qualificação, “dócil” devido ao nível de desemprego. Por sua vez, as plantas industriais, para baratear o custo de produção, instalam-se em áreas densamente povoadas para dispor de mão-de-obra assalariada em quantidades superiores à demanda. As causas estruturais estariam, portanto, na raiz dos problemas socioambientais urbanos.

FOLADORI (2001a) indica as seguintes causas visíveis e estruturais de alguns problemas ambientais urbanos no QUADRO 2.

**QUADRO 2 – EXEMPLOS DE PROBLEMAS AMBIENTAIS URBANOS E SUAS CORRELAÇÕES ENTRE CAUSAS VISÍVEIS E ESTRUTURAIS**

PROBLEMA AMBIENTAL	CAUSAS VISÍVEIS	CAUSAS ESTRUTURAIS
Contaminação do ar	Emissões industriais e automóveis	
Congestionamento de trânsito	Excesso de automóveis ou escassez de estrutura viária adequada	Quebra do metabolismo da sociedade com a natureza externa
Poluição sonora	Excesso de tráfego	
Poluição visual	Propaganda, etc.	
Falta de luz e sol	Construção vertical	
Cortiços, favelas, nº de pessoas por domicílio	Falta de habitações adequadas	Renda capitalista do solo que regula uso e destino

FONTE: FOLADORI, 2001a, p. 74

Os problemas ambientais são identificados e reconhecidos pela sociedade, mas não suas causas estruturais mais profundas. “Dicho de otra forma, se reconocen los problemas ambientales, pero so se discuten las relaciones sociales capitalistas de producción que los causan.” (FOLADORI, 2001a, p. 71) Portanto, as políticas ambientais que objetivam solucionar e/ou mitigar os problemas ambientais serão sempre parciais e limitadas por não abordarem as causas estruturais, o modo de produção capitalista.

Para FOLADORI (2001a), os principais problemas ambientais urbanos contemporâneos derivados das relações capitalistas estão relacionados, em especial, a duas causas estruturais: a ruptura do metabolismo da sociedade com a natureza externa, que tem alcance mundial, e a renda capitalista do solo no interior das cidades.

Os problemas ambientais decorrentes da ruptura do metabolismo da sociedade com a natureza ocorrem quando as cidades não conseguem absorver os resíduos gerados do consumo de todos os bens e mercadorias produzidas. Muitos

destes bens e mercadorias são produzidos em um volume e quantidade que provocam a quebra do metabolismo; ao mesmo tempo, são produzidas a partir de matérias-primas externas à cidade, em atividades agrícolas, de mineração, explorações de combustíveis fósseis, etc. “Con ello, el residuo de dichos bienes, o la materia una vez que ya no cumple su función, se separa de los lugares originales donde fue extraída, dificultando el recicle natural que los ecosistemas realizan.” (FOLADORI, 2001a, p. 72)

A segunda causa estrutural dos problemas ambientais urbanos está relacionada à renda capitalista do solo. A partir do momento em que as cidades passam a concentrar os trabalhadores e a produção de riquezas, as classes sociais distribuem-se no espaço urbano de acordo com o preço do solo, uma mercadoria que irá regular a forma como se organiza e se usa o espaço urbano. Assim, gera-se especulação imobiliária e apropriação de espaços públicos com fins privados, que tem como resultado a formação de bairros de classe média e populares, bem como de áreas industriais, de serviço e comércio. (FOLADORI, 2001a)

En el caso de las ciudades de los países del Tercer Mundo esto es aún más grave, ya que se encuentran en situaciones donde el crecimiento de la población está aún influenciado por las migraciones de las zonas rurales. (...) Así, cualquier mecanismo que pretenda afectar de forma radical los problemas ambientales urbanos debe enfrentar las bases estructurales que los causan. Debe controlar la renta del suelo urbano, la cual regula el uso y destino del mismo. El libre mercado del suelo es una fuerza intrínseca del capitalismo que trabaja en contra de cualquier sustentabilidad ambiental. (FOLADORI, 2001, p.77)

Portanto, se a produção e o consumo exercem pressão sobre os recursos naturais, a renda capitalista do solo traduz-se na ocupação de áreas inadequadas, muitas vezes insalubres, por segmentos sociais de baixa renda.

MENDONÇA (2002, 2004) enfatiza dois aspectos, particularmente interessantes para esta pesquisa: o emprego do termo *socioambiental* e a perspectiva socioambiental na Geografia para o enfrentamento dos problemas ambientais. Segundo o autor, o emprego desta terminologia expressa de melhor maneira a interação sociedade-natureza, permite “ênfatizar o necessário envolvimento da sociedade enquanto sujeito, elemento, parte fundamental dos processos relativos à problemática ambiental contemporânea”. (MENDONÇA, 2002, p. 126)

Neste sentido, há particularidades nas discussões de FOLADORI (2001a, b) e MENDONÇA (1996, 2001, 2002, 2004) quanto à interação entre as relações sociais capitalistas e os problemas socioambientais urbanos contemporâneos, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil.

Todavia, a história destes cerca de dois séculos de urbanização atrelada à industrialização revela que, se em algumas localidades vários elementos de ordem tanto natural quanto social tem sido observados no processo de planejamento urbano, a ênfase ou o enfoque volta-se quase que exclusivamente aos interesses econômicos. Esta conduta moderna gera ambientes urbanos altamente nocivos à maioria dos habitantes das cidades no que concerne às suas funções vitais e psicosociais, principalmente naqueles países caracterizados por um contexto socioeconômico de desenvolvimento complexo, nos quais se observa êxito econômico associado à alarmantes injustiças sociais. (MENDONÇA, 2001, p. 81)

A perspectiva socioambiental – além de focar a interação sociedade e natureza, os problemas ambientais e suas repercussões aos diferentes grupos ou segmentos da sociedade – discute e aborda a qualidade de vida no ambiente urbano, reconhecendo na cidade a dinâmica da natureza e seus componentes bióticos e abióticos. Para MENDONÇA (2001, p. 131), nesta abordagem “a natureza não deve mesmo ser enfocada a partir de métodos específicos aos estudos da sociedade, assim como a sociedade não o deve ser a partir de métodos das ciências naturais”, mesmo a partir de uma perspectiva social. Pode-se depreender, portanto, que a perspectiva socioambiental diferencia e demarca o campo da dinâmica da natureza e da dinâmica da sociedade, mas ambas interagindo na gênese e incremento dos problemas ambientais urbanos, ou melhor, problemas socioambientais.

Da interação entre estas dimensões da realidade [Natureza e Sociedade] produzem-se ambientes aprazíveis e com ótimas condições para o desenvolvimento da vida do homem, porém, em grande parte, ambientes desagradáveis, degradados e altamente problemáticos são também produzidos. Uma quantidade de seres humanos vivem nestes últimos e é preciso buscar formas de melhorá-los. (MENDONÇA, 2004, p. 185-186)

Os problemas socioambientais no nosso país, acelerados e incrementados pela rápida urbanização e modelo de crescimento econômico excludente, colocam determinados segmentos sociais em condições de risco e vulnerabilidade. Trata-se de um cenário onde pode ser observada

uma estreita imbricação entre concentração da renda, injustiças sociais, más condições de vida, IDHs baixos, degradação e poluição do ar e dos cursos hídricos, insuficiência e debilidade do saneamento ambiental, elevados índices de doenças e mortalidade, insuficiência e precariedade das condições de trabalho, escolaridade e moradia, descaso com a produção e o destinamento final dos resíduos sólidos urbanos, etc. (MENDONÇA, 2004, p. 192)

O conceito de vulnerabilidade adquire importante significado no contexto das desigualdades sociais e condições de vida precárias em países de desenvolvimento complexo, como o Brasil, onde a vulnerabilidade social está relacionada a processos de exclusão, discriminação ou enfraquecimento de grupos sociais. Para PALMA e MATTOS (2001, p. 576), a “vulnerabilidade relaciona-se inversamente tanto com a capacidade de reação dos grupos, quando da ocorrência de um evento, quanto com as possibilidades de informação e comunicação entre os pares.”

É a pobreza, expressa nas condições insalubres das moradias, inadequação ou impossibilidade de acesso às ações básicas de saúde e desconhecimento das práticas de promoção e proteção contra as doenças evitáveis, que condiciona as taxas elevadas de morbidade nas populações de baixa renda, ... (...) Em termos gerais, o consumo individual propriamente dito deve ser considerado processo de exposição grandemente condicionado pelas desigualdades sociais que, esquematicamente, configuram duas formas ou situações de risco que podem ser associadas ao alto e ao baixo nível de consumo. Se por um lado o consumo excessivo pode propiciar uma maior exposição a situações de risco à saúde – como, por exemplo, aos produtos perigosos –, por outro lado também o baixo consumo pode levar a um menor nível de quantidade e qualidade de consumo, principalmente de bens coletivos necessários à vida biológica e social (alimentação, habitação, saneamento, educação, entre outros), favorecendo uma diminuição da resistência orgânica e, conseqüentemente, uma maior vulnerabilidade às doenças e agravos à saúde. Vale acrescentar que a qualidade dos produtos consumidos pelas populações de baixa renda, quase sempre, tem níveis precários de fiscalização sanitária, podendo conter substâncias/agentes nocivos em alto grau à saúde. (ROUQUAYROL; ALMEIDA Fº., 2003, p. 379, 472)

Compreende-se, portanto, que os problemas ambientais urbanos possuem forte conteúdo social, sendo possível inclusive estabelecer uma relação entre meio ambiente e saúde, pois o ambiente urbano pode tanto promover condições materiais que propiciem o bem-estar e a realização das capacidades humanas, como contribuir com o surgimento e manutenção de doenças e agravos.

A partir dos anos 90, os processos de produção e de desenvolvimento econômico capitalista ampliam a interferência nas relações que se desenvolvem nos ecossistemas e na sociedade, ao determinarem e contribuírem para a existência de

condições ou situações de risco que influenciam o padrão e os níveis de saúde dos diferentes segmentos e grupos sociais, que sofrem alterações marcantes no seu perfil de morbi-mortalidade. (SANTOS; CÂMARA, 2002; MENDONÇA, 2004)

O processo de globalização, que se torna evidente e mais intenso na década de 90, tem como consequência a precarização do trabalho, a redução de empregos formais e o aumento progressivo da informalização do trabalho. Ao lado de mudanças da legislação de proteção ao trabalhador frente às condições insalubres e perigosas, este processo propicia um aumento quantitativo e maior diversidade de situações de risco no ambiente de trabalho, assim como dificulta o acesso aos meios necessários à subsistência do trabalhador e sua família. Esse quadro condiciona uma maior vulnerabilidade da população de trabalhadores a uma grande variedade de doenças. (SANTOS; CÂMARA, 2002, p. 204)

A qualidade ambiental urbana, nesta perspectiva, passa a ser uma necessidade e uma condição para o desenvolvimento e bem-estar da sociedade. No entanto, a noção de qualidade ambiental urbana apresenta, para alguns autores, uma carga de subjetividade; porém, ao mesmo tempo, não se pode prescindir da necessidade de mensurá-la por meio de indicadores objetivos.

Para HOGAN (1995, p. 149), na qualidade ambiental está implícita a “qualidade de ar e de água, espaço verde *per capita*, qualidade de moradia, poluição sonora, padrões nutricionais”.

Segundo BARBOSA (1995), as condições socioambientais podem influenciar na qualidade de vida se estiverem associadas à organização socioeconômica de uma dada sociedade. Para esta autora, outro aspecto deve preceder a discussão: “a questão da cidadania, principalmente quando tratamos de um ambiente transformado, de uma estrutura sócio-cultural deteriorada, de carências básicas não resolvidas, sem contar com um panorama político-econômico pouco animador”. (BARBOSA, 1995, p. 206)

RIBEIRO e VARGAS (2004) entendem que o conceito de qualidade ambiental urbana está relacionado fortemente aos conceitos de ecossistema urbano e o de qualidade de vida. Por sua vez, a qualidade ambiental urbana é avaliada segundo valores da sociedade em um determinado momento histórico.

O ecossistema urbano, para RIBEIRO e VARGAS (2004), transforma energia e materiais em produtos e resíduos. Os produtos são consumidos e exportados, portanto trata-se de um sistema complexo em que seus elementos e funções estão correlacionados. No ecossistema urbano, o ambiente natural é

modificado pela produção, consumo e fluxos de pessoas, matéria, energia, capital e relações sociais. (RIBEIRO; VARGAS, 2004)

A qualidade de vida está relacionada aspectos objetivos como renda, emprego, objetos possuídos, qualidade da habitação, infra-estrutura de modo geral, serviços de saúde, de recreação e lazer, a existência de estabelecimentos comerciais, bancários e áreas verdes. RIBEIRO e VARGAS (2004) também destacam aspectos subjetivos no conceito de qualidade de vida, como felicidade e bem-estar, reconhecimento no trabalho, na vizinhança, na família, aceitação e sentimento de pertinência. Pode-se depreender que a avaliação da qualidade ambiental urbana passa por juízo de valor, de acordo com os interesses, objetivos e expectativas do indivíduo e da coletividade, que estão relacionados ao conteúdo socioeconômico e cultural em um determinado momento histórico. (RIBEIRO; VARGAS, 2004)

#### A qualidade ambiental urbana

vai além dos conceitos de salubridade, saúde, segurança, bem como das características morfológicas do sítio ou do desenho urbano. Incorpora, também, os conceitos de funcionamento da cidade fazendo referência ao desempenho das diversas atividades urbanas e às possibilidades de atendimento aos anseios dos indivíduos que a procuram. (RIBEIRO; VARGAS, 2004, p. 17)

MINAYO, HARTZ e BUSS (2000) discutem que a qualidade de vida está estreitamente vinculada à promoção da saúde, afirmando que há um patamar mínimo para a qualidade de vida, que é a garantia das necessidades mais elementares da vida humana: alimentação, habitação, acesso a água potável, educação, saúde, trabalho, cultura e lazer; isto é, “elementos materiais que têm como referência noções relativas de conforto, bem-estar e realização individual e coletiva.” (MINAYO; HARTZ; BUSS, 2000, p. 10)

Qualidade de vida é uma noção polissêmica que abrange vários significados, que “refletem conhecimentos, experiências e valores de indivíduos e coletividades que a ele se reportam em variadas épocas, espaços e histórias diferentes, sendo portanto uma construção social com a marca da relatividade cultural.” (MINAYO; HARTZ; BUSS, 2000, p. 8)

Contudo, RIBEIRO e VARGAS (2004) enfatizam a possibilidade da construção do significado de qualidade ambiental urbana a partir de um somatório



de aspectos e fatores que compõem e influenciam a sua definição. Segundo as autoras, quatro aspectos, em especial, contribuem para a configuração da qualidade ambiental urbana. Esses aspectos são apresentados no QUADRO 3.

**QUADRO 3 - COMPONENTES DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA**

ESPACIAIS	BIOLÓGICOS	SOCIAIS	ECONÔMICOS
<p>Bem-estar: vegetação, espaços abertos, tranquilidade</p> <p>Acessibilidade: sistema viário, transporte</p> <p>Desenho Urbano: elementos visuais, monotonia, desordem, informação</p> <p>Referenciais: orientação, história, marcos</p> <p>Uso e Ocupação do Solo: densidades, conflito de usos, facilidades, permeabilidade, segregação</p>	<p>Saúde Física: saneamento, insolação, níveis de ruído, qualidade do ar</p> <p>Saúde Mental: estresse, congestionamentos, filas, solidão, reclamações</p> <p>Segurança: trânsito, edificações, marginalidade</p>	<p>Organização comunitária, de classe, associações</p> <p>Realização Pessoal: amizade, afeto, reconhecimento</p> <p>Contatos, encontros, privacidade, solidariedade</p> <p>Atividades: lazer, recreação, cultura, compras</p> <p>Realização Profissional: mobilidades, oportunidades</p> <p>Acesso e Opções: moradia, trabalho, serviços urbanos, serviços sociais transporte</p>	<p>Oportunidades: emprego, trabalho, negócio</p> <p>Produtividade: economia e deseconomias de aglomeração; trânsito, custo de vida; competição, complementaridade</p> <p>Diversidade de escolhas</p>

FONTE: RIBEIRO; VARGAS, 2004, p. 18

O desafio da construção da qualidade ambiental urbana se faz necessário como forma de enfrentamento dos problemas socioambientais existentes nas cidades e que, muitas vezes, tornam segmentos ou grupos sociais mais vulneráveis. Segundo SABROZA, LEAL e BUSS (1992), o atual modelo de desenvolvimento econômico que separa crescimento econômico de desenvolvimento social, acentua as desigualdades sociais, a precarização nas relações de trabalho, a mobilidade e a produção de espaços desiguais, amplia o impacto sobre os grupos excluídos, devido

à sua inserção diferenciada no processo produtivo, especialmente nas regiões metropolitanas, palco principal dos embates e conflitos socioambientais com sérias repercussões à saúde e ao bem-estar, ou seja, à qualidade de vida.

Os custos sociais da pauperização, do desemprego, do aumento da mobilidade, da desestruturação das famílias, da perda de referência cultural e de resolutividade dos serviços públicos já recaem pesadamente e de modo desigual sobre a sociedade brasileira. (...) O próprio conceito de saúde, como valor positivo, passa a ser reavaliado quando a necessidade de garantir a conservação biológica do indivíduo e da família exige o desenvolvimento de estratégias de sobrevivência estranhas ao seu ambiente cultural. Os indicadores de saúde de que dispomos não conseguem registrar a multiplicidade de perfis epidemiológicos dos diferentes grupos sociais que compõem a sociedade brasileira. A capacidade de sobrevivência das famílias submetidas a condições de vida degradantes parece estar próxima de atingir os limites que a exploração de recursos naturais ou de recursos dos serviços públicos, em deterioração, puderam assegurar. (SABROZA; LEAL; BUSS, 1992, p. 92, 93, 94)

SABROZA, LEAL e BUSS (1992) apontam para a necessidade de uma nova ética no desenvolvimento, que contemple a justiça social – incorporando a qualidade de vida e a dimensão ambiental – e que possibilitem a construção de modelos de proteção à saúde, valorizando a informação, o acesso ao conhecimento e o direito à diversidade. Os autores consideram fundamental a superação da miséria e de falta de instrução de grande parte da população, fato “que impede a sua inserção efetiva no processo econômico e político e, portanto, o controle sobre suas condições concretas de existência, pressuposto da cidadania.” (SABROZA; LEAL; BUSS, 1992, p. 90)

Depreende-se que a qualidade ambiental urbana, componente da qualidade de vida, pode ser alcançada por meio da superação dos problemas socioambientais, que são, antes de qualquer outro aspecto, resultado e elemento da interação entre dinâmica da natureza e dinâmica social, em uma relação que se desenvolve em um contexto histórico. Construir uma determinada qualidade ambiental urbana é, ao mesmo tempo, processo de consolidação da cidadania e de um ambiente com qualidade de vida.

## 2.3 OS POLUENTES E A QUALIDADE DO AR

A qualidade do ar, particularmente nos centros urbanos, pode ser considerado um dos indicadores de qualidade de vida, em decorrência dos efeitos que podem causar a introdução de substâncias cujas características, quantidades e concentrações alterem a composição físico-química da atmosfera, assim como seus aspectos termodinâmicos. (DANNI-OLIVEIRA, 1999) Essa alteração, como resultado de poluentes emitidos por diferentes fontes, pode colocar em risco a população e o ambiente, em geral.

Conforme AYOADE (1996, p. 300), “o maior impacto do homem sobre o clima acontece nas áreas urbanas. O homem tem exercido um impacto tão grande nessas áreas, que o clima urbano é bastante distinto, por suas características, do clima das áreas rurais circundantes”.

O monitoramento dos poluentes e o estabelecimento de padrões de qualidade do ar são, portanto, instrumentos de grande importância para a promoção do bem estar e saúde humana, assim como influenciam favoravelmente na preservação dos ecossistemas e dos materiais.

A poluição do ar constitui-se, portanto, em uma questão de saúde pública devido à existência de diferentes substâncias contaminantes que, associadas aos aspectos socioeconômicos da população urbana, podem exercer destacada influência na manifestação de doenças, particularmente as cardiorrespiratórias.

Nesse sentido, a definição de poluente atmosférico adotada nesta pesquisa está em acordo com a Resolução CONAMA n.º 03/1990 (art. 1º), pois expressa a relação poluição do ar e efeitos sobre a saúde e o ambiente.

Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:

- I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
- II - inconveniente ao bem-estar público;
- III - danoso aos materiais, à fauna e flora;
- IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade. (CONAMA, 1990, art. 1º)

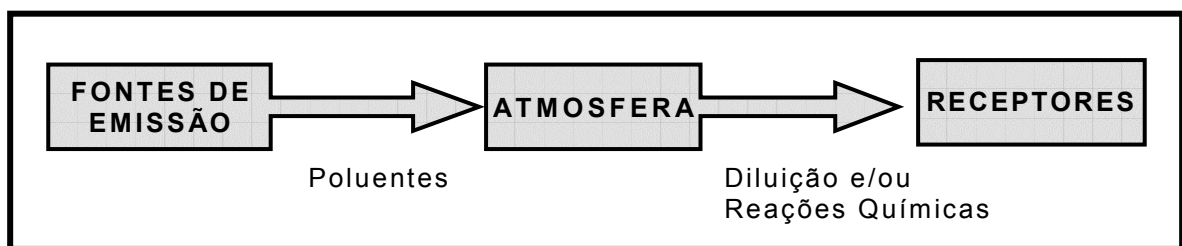
Os poluentes que servem como parâmetros e indicadores da qualidade do ar são: PTS, MP, PI, Fumaça, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> e NO<sub>2</sub>, selecionados pela frequência de ocorrência, efeitos adversos e consagrados universalmente. A Resolução CONAMA

nº. 03/1990, confirmada pela Resolução SEMA nº. 41/2002, regulamenta os parâmetros e estabelece padrões e índices de qualidade do ar para o território paranaense. Os parâmetros, padrões e índices válidos para o Estado do Paraná, abordados no item 2.3.3, são os mesmos que os nacionais.

Os efeitos à saúde desses poluentes atmosféricos estão relacionados a sua concentração na atmosfera, à composição físico-química e ao tempo de exposição. Para a CETESB (2004, p. 16)

quando se determina a concentração de um poluente na atmosfera, mede-se o grau de exposição dos receptores (seres humanos, outros animais, plantas, materiais) como resultado final do processo de lançamento desse poluente na atmosfera por suas fontes de emissão e suas interações na atmosfera, do ponto de vista físico (diluição) e químico (reações químicas). (CETESB, 2004, p. 16)

O modelo proposto pela CETESB para visualizar o sistema que representa etapas do processo de poluição do ar, é apresentado na FIGURA 1.



**FIGURA 1** - PROCESSO DE POLUIÇÃO DO AR  
 FONTE: CETESB, 2004, p. 16

A qualidade do ar pode mudar em decorrência das condições meteorológicas que determinam maior ou menor diluição, dispersão, remoção e transformação dos poluentes, mesmo mantidas as emissões, pois a interação entre os poluentes e a atmosfera define níveis de qualidade do ar que, por sua vez, determinam efeitos sobre os receptores. (DANNI-OLIVEIRA, 1999; CETESB, 2004)

Devido à variedade de substâncias na atmosfera, os poluentes podem ser divididos em duas categorias: poluentes primários e secundários: os primários são aqueles liberados diretamente pelas fontes de emissão; os secundários são formados na atmosfera por meio de reações químicas entre as substâncias chamadas de precursores (poluentes primários) e/ou os componentes da atmosfera. (DERISIO, 2000; BRUNA; PIRRÓ, 2004; IAP, 2004)

As fontes de emissão podem ser naturais ou artificiais, esta última também chamada de antrópicas. As fontes artificiais são divididas em fontes móveis e fontes fixas. (DERISIO, 2000; IAP, 2003; BRUNA; PIRRÓ, 2004) As fontes de emissão e os poluentes que introduzem na atmosfera serão abordados no subitem 2.3.1.

A avaliação da qualidade do ar, produzida pelo monitoramento, visa quantificar as substâncias poluentes (gases, matéria e/ou energia) presentes no ar, possibilitando identificar áreas poluídas e as principais fontes emissoras de poluentes e também, em função dos níveis de concentração dos poluentes, estabelecer políticas de gestão ambiental, além de coordenar estratégias e ações que visem impedir a deterioração da qualidade do ar. Esse conjunto de ações tem por objetivo maior preservar a população de episódios críticos de poluição do ar. (IAP, 2002; BRUNA; PIRRÓ, 2004)

Desse modo o controle e a redução dos níveis de poluição da atmosfera é entendido como uma forma de garantir a saúde da população. Cabe ao Estado, atuando nos diferentes níveis de governo, exercer este controle, cumprindo sua missão, mas enfrentando o enorme desafio de não prejudicar o desenvolvimento em suas inter-relações locais e regionais. (...) Ainda para procurar diluir as emissões poluidoras estão sendo feitos esforços de gestão urbana e ambiental, com a finalidade de evitar a formação de áreas de determinados usos do solo e de entroncamentos viários com concentração de fontes poluidoras fixas ou móveis. Ao tratar da política de desenvolvimento urbano, esta lei [Estatuto da Cidade, 2001] atribui aos municípios a responsabilidade pelo controle de seu desenvolvimento, e, (...) estabelece diretrizes e reúne instrumentos para que o poder público possa controlar os impactos ambientais. (BRUNA; PIRRÓ, 2004, p. 391, 394)

Há, portanto, o reconhecimento inequívoco da alteração da composição físico-química da atmosfera dos centros urbanos e da importância de uma rede de monitoramento eficiente e compatível com o porte das cidades, adensamento populacional e fontes atuantes na emissão de poluentes. Cabe destacar que, segundo a literatura existente, a ação e os efeitos sinérgicos dos poluentes não são ainda amplamente conhecidos.

No QUADRO 4 estão, de forma sintética, os poluentes que servem como indicadores da qualidade do ar, suas características, fontes principais e efeitos gerais à saúde e ao meio ambiente.

Dentre eles, os poluentes em análise nesta pesquisa foram: SO<sub>2</sub> e MP, que serão abordados no item 2.4 em suas especificidades, assim como seus efeitos ao ambiente e à saúde, particularmente, ao sistema respiratório.

POLUENTE	CARACTERÍSTICAS	FONTES PRINCIPAIS	EFEITOS GERAIS SOBRE A SAÚDE	EFEITOS GERAIS AO MEIO AMBIENTE
Partículas Totais em suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 µm <sup>3</sup> .	Processos industriais, veículos motorizados, poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, vulnismo e aerossol marinho <sup>3</sup> .	Quanto menor o tamanho da partícula maior o efeito à saúde. Causam efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite <sup>3</sup> .	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo <sup>3</sup> .
Partículas Inaláveis (MP <sub>10</sub> ) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 µm <sup>3</sup> .	Processos de combustão (indústria e veículos automotores) aerossol secundário (formado na atmosfera) <sup>3</sup> . Desgastes dos pneus e freios de veículos em geral <sup>2</sup> .	Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras <sup>3</sup> . As poeiras mais finas (PI) chegam aos pulmões, agravando casos de doenças respiratórias ou do coração. Pode ser carcinogênica <sup>2</sup> . Órgão alvo: aparelho respiratório <sup>1</sup> .	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo <sup>3</sup> .
Dióxido de Enxofre (SO <sub>2</sub> )	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO <sub>3</sub> que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das PI <sup>3</sup> .	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, indústria de celulose e papel <sup>3</sup> .	Desconforto na respiração, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO <sub>2</sub> <sup>3</sup> . Provoca coriza, catarro e danos irreversíveis aos pulmões. Em doses altas pode ser fatal <sup>2</sup> . Órgãos alvo: árvore brônquica <sup>1</sup> .	Pode formar chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação, folhas e colheitas <sup>3</sup> . Contribui para acidificação do solo e corpos d'água <sup>2</sup> .
Dióxido de Nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar a formação de ácido nítrico, nitratos (contribui para o aumento das PI na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos <sup>3</sup> .	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incineradores <sup>3</sup> .	Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite, reduz a resistência às infecções respiratórias <sup>3</sup> . Pode provocar alterações celulares <sup>2</sup> . Órgãos alvo: brônquios e alvéolos <sup>1</sup> .	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita <sup>3</sup> .
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido <sup>3</sup> .	Combustão incompleta em veículos automotores <sup>3</sup> .	Altos níveis de CO estão associados a prejuízo dos reflexos, da capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado, de trabalho e visual <sup>3</sup> . Liga-se à hemoglobina, formando a carboxi-hemoglobina, e diminui a oxigenação do sangue. Causa alterações no sistema nervoso central. Doentes cardíacos, portadores de angina crônica, são considerados mais suscetíveis aos efeitos da exposição ao CO <sup>2</sup> . Órgão alvo: sangue e células vivas de todos os órgãos <sup>1</sup> .	
Ozônio (O <sub>3</sub> )	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente de névoa fotoquímica <sup>3</sup> .	Não é emitido diretamente à atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis <sup>3</sup> .	Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição às altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O <sub>3</sub> tem sido associado ao aumento de admissões hospitalares <sup>3</sup> . Causa envelhecimento precoce <sup>2</sup> . Órgãos alvo: brônquios e alvéolos <sup>1</sup> .	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas, plantas ornamentais <sup>3</sup> .

QUADRO 4 – PRINCIPAIS POLUENTES, CARACTERÍSTICAS, FONTES E EFEITOS GERAIS

### 2.3.1 Fontes de emissão dos poluentes atmosféricos

Em face da introdução de diferentes tipos de poluentes na atmosfera, cabe distingui-los quanto a sua origem. Os poluentes podem ter origem industrial – resultando da queima de combustíveis durante o processo de produção industrial – e não-industrial, resultado da queima de combustíveis fósseis ou renováveis para aquecimento, nos incineradores de resíduos sólidos; nos meios de transporte; para geração de energia elétrica e iluminação. Essas fontes, chamadas antropogênicas ou artificiais, incluindo a construção civil, evaporação de combustíveis e ressuspensão de poeiras de superfícies, podem estar dispersas ou localizadas em áreas específicas de uma comunidade. (AYOADE, 1996; DERISIO, 2000; IAP, 2003; BRANDÃO, 2004)

Para CARVALHO JR. e LACAVA (2003), o processo de combustão é o principal responsável pela liberação de CO, CO<sub>2</sub>, HC, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e MP, por meio das emissões industriais e pelos transportes, tanto em países desenvolvidos como naqueles em desenvolvimento que estão baseados, sobretudo, na queima de combustíveis fósseis. Segundo VERNIER (1994, p. 30) a principal fonte de poluição do ar é a combustão, tanto industrial, como aquela proveniente do aquecimento doméstico, quanto a produzida por veículos automotores. É este processo que está em questão, “seja pelas *impurezas*<sup>4</sup> presentes no combustível ou no carburante (e que se encontra na saída), seja pelos *incombustos* (pelo fato de a combustão não ser completa), seja pelos *óxidos de azoto*”.

Pode-se afirmar que as cidades concentram as fontes emissoras de poluição do ar de origem antrópica, sendo as indústrias e a crescente frota de veículos automotores as grandes fontes de emissão atmosférica. A primeira denomina-se fonte fixa ou estacionária; a segunda, fontes móveis, classificação que será adotada nesta pesquisa.

Embora esteja presente nas áreas rurais, os efeitos da poluição atmosférica ocorrem de forma isolada, gerando repercussões à saúde humana especialmente quando associadas às queimadas, prática agrícola corrente no país. “Em Alta Floresta, estado de Mato Grosso, um aumento de 20 vezes no número de pacientes portadores de doenças respiratórias foi observado, em 1997, durante um episódio de queima de biomassa.” (SANTOS; CÂMARA, 2002, p. 215)

---

<sup>4</sup> Grifos do autor.

Os poluentes também podem ser introduzidos na atmosfera por fontes naturais. São poluentes que ocorrem naturalmente, sem a interferência humana na sua liberação. (AYOADE, 1996; BRANCO; MURGEL, 2004)

Os três tipos de fontes (naturais, antrópicas – fixas e móveis) serão abordados a seguir.

#### Fontes Naturais

Os fenômenos naturais podem liberar grandes quantidades de substâncias que alteram a composição da atmosfera. Geralmente, as fontes naturais não liberam substâncias poluentes em grandes aglomerados urbanos, mas podem atingir vastas áreas da superfície terrestre. (DERISIO, 2000; BRANCO; MURGEL, 2004)

As fontes naturais de poluentes atmosféricos compreendem o vulcanismo, a maresia, o arraste de poeira e incêndios em matas e florestas, causados por raios. Essas fontes introduzem gases, fumaça e material particulado. (AYOADE, 1996; BRANCO; MURGEL, 2004)

O vento pode transportar partículas orgânicas de origem vegetal, como grãos de pólen; microorganismos, como bactérias e fungos; sementes, insetos e ácaros, que em pessoas mais suscetíveis ocasionam reações alérgicas, asma brônquica, infecções micóticas, enfermidades bacterianas ou viróticas. As condições atmosféricas podem favorecer a proliferação e a concentração de determinados poluentes de origem vegetal em certas épocas do ano, ocasionando com isso, efeitos adversos à saúde. (CUNHA; GUERRA, 1999; BRANCO; MURGEL, 2004)

O vento suspende partículas do solo e sais compostos oriundos de gotículas de água salgada do mar. Tais materiais podem provocar pequenos incômodos e irritações ao sistema respiratório. (BRANCO; MURGEL, 2004)

As erupções vulcânicas podem emitir gases tóxicos, compostos de enxofre e grande quantidade de partículas em suspensão – cinzas. A contaminação do ar ocasionada por gases tóxicos pode provocar a morte de pessoas e animais nas proximidades da fonte, e as partículas em suspensão, ao se depositarem, podem ocasionar a destruição de áreas agrícolas, também provocarem a redução da transparência da atmosfera, influenciando na penetração dos raios solares. (CUNHA; GUERRA, 1999; BRANCO; MURGEL, 2004)

A decomposição anaeróbia de matéria orgânica é outra fonte natural de gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ). (BRANCO; MURGEL, 2004)



Os principais tipos de fontes (naturais e antrópicas) responsáveis pela produção e introdução de poluentes atmosféricos são representados no QUADRO 5.

**QUADRO 5-** PRINCIPAIS FONTES DE POLUIÇÃO DO AR E PRINCIPAIS POLUENTES

FONTES		POLUENTES
Fixas ou Estacionárias	Combustão	MP, SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , CO, HC e NO <sub>x</sub>
	Processo Industrial	MP (fumos, poeiras e névoas) SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , HCL, HC, Mercaptanas, H <sub>2</sub> S, HF e NO <sub>x</sub>
	Queima de resíduo sólido	MP, SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> , HCL e NO <sub>x</sub>
	Outros	HC, MP
Móveis	Veículos a gasolina, diesel, álcool; Aviões, Motocicletas, Barcos, etc.	MP, CO, SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> , HC, Aldeídos, Ácidos orgânicos
Naturais		MP (poeiras), SO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, CO, NO, NO <sub>2</sub> , HC
Reações químicas na atmosfera		O <sub>3</sub> , Aldeídos, Ácidos orgânicos, Nitratos orgânicos, Aerossol fotoquímico

FONTE: DERISIO, 2000, p. 100

A qualidade do ar nos centros urbanos deve-se, principalmente, às fontes estacionárias e/ou móveis que contribuem com a emissão de poluentes atmosféricos. Os níveis de concentração dos poluentes e os efeitos adversos à saúde estão relacionados ao tipo de fonte predominante na cidade, assim como as condições meteorológicas e as características geoecológicas do sítio urbano que têm papel destacado na diluição e dispersão dos poluentes atmosféricos. (DANNI-OLIVEIRA, 1999)

#### Fontes Antropogênicas ou Artificiais

Os processos de urbanização e industrialização desencadearam de forma acentuada, principalmente a partir de meados do século XX, a diversificação e ampliação da produção de bens e serviços, gerando grandes aglomerações urbanas, com elevadas densidades e mudanças no uso do solo.

Esses processos trouxeram significativos impactos à atmosfera e ao ambiente urbano, pela geração e introdução de quantidades consideráveis de poluentes atmosféricos originários das fontes estacionárias e/ou móveis.

... a revolução industrial estimulou o crescimento urbano e o aumento do excedente agrícola, criando uma demanda pela urbanização e esta uma demanda por transportes cada vez mais eficientes para alcançar regiões mais distantes. (...) esse desenvolvimento industrial trouxe consigo novas formas de trabalhar as matérias-primas, novas formas de produção e estas atividades, ao gerarem desenvolvimento com a criação de novos tipos de trabalho e expansão das áreas urbanas, geraram também impactos no meio ambiente, pois se acabava introduzindo elementos que combinados em reações químicas, produzem efeitos nocivos a esse meio, como monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, hidrocarbonetos e oxidantes fotoquímicos, matéria particulada em suspensão, ozônio, dióxido de enxofre e chumbo. Todos esses elementos afetam o sistema respiratório e cardiovascular e os efeitos variam com o tempo de exposição e a composição do ar. (BRUNA; PIRRÓ, 2004, p. 389)

As indústrias são as fontes estacionárias ou fixas de maior potencial poluidor. Os poluentes atmosféricos emitidos pelas fontes industriais resultam, em geral, das características do processo de produção. Portanto, cabe considerar a matéria-prima e o combustível utilizado, a eficiência dos processos, técnicas e operações adotadas, os subprodutos do processamento, o produto fabricado, os equipamentos e dispositivos de controle dos resíduos e de redução das emissões, assim como a política de gerenciamento ambiental ou gestão ambiental<sup>5</sup> implementada pelo estabelecimento industrial. (DERISIO, 2000; BRANCO; MURGEL, 2004; LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004)

Contudo, certas indústrias, como siderúrgicas, metalúrgicas, celulose e papel, químicas e petroquímicas, se destacam quanto ao potencial de poluição atmosférica e pela demanda por recursos naturais, especialmente aqueles não-renováveis.

Ao analisar a mudança na estrutura industrial do Brasil, TORRES (1996) atribuiu ao predomínio das indústrias de bens intermediários, a partir da década de 80, a intensificação da poluição do ar, água e solo e a demanda intensiva de recursos naturais. Cabe enfatizar que, a cadeia produtiva à montante no processo de produção também apresenta grande potencial poluidor. Muitas vezes, os impactos ambientais e os níveis de poluição são mais intensos na obtenção da

---

<sup>5</sup> “Gerenciamento ambiental é o conjunto de atividades destinadas a: administrar os licenciamentos ambientais da organização; administrar os impactos ambientais passados, presentes e futuros oriundos da existência da organização e de suas atividades em quatro momentos bem definidos: na concepção ou aquisição das instalações, na implantação das instalações, nas suas operações desde a matéria-prima até o descarte final dos produtos e no encerramento das atividades; administrar os riscos e potencialidades de acidentes ambientais e sua propagação, ou seja, aquilo que está além dos acontecimentos rotineiros da organização, avaliar e atuar sobre o grau de motivação e comportamento ambientais da estrutura organizacional em todos os seus níveis e todas as condições daí decorrentes. Gestão ambiental é a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, na conquista da qualidade ambiental desejada.” (LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004, p. 353)

matéria-prima do que na sua transformação. (TORRES, 1996; LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004)

As indústrias de bens intermediários são compostas pelos gêneros minerais não-metálicos, metalurgia, química, papel e papelão.

Portanto, verificava-se no Brasil até a década de 70 uma estrutura industrial marcada pelo predomínio das indústrias tradicionais<sup>6</sup>, seguidas pelas de bens intermediários e pelas tecnológicas<sup>7</sup>, como pode ser observado na TABELA 3.

**TABELA 3** - PARTICIPAÇÃO PERCENTUAL NO VALOR DE TRANSFORMAÇÃO INDUSTRIAL, SEGUNDO TIPO DE INDÚSTRIA. BRASIL, 1970-1985

TIPOS	1970	1975	1980	1985
Intermediárias	29.99	33.46	35.04	36.76
Tecnológicas	29.13	30.12	30.28	29.86
Tradicionais	40.88	36.42	34.68	33.38
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

FONTE: TORRES, 1996, p. 44

Por sua vez, o predomínio e o dinamismo das indústrias de bens intermediários, a partir do período citado, estão associados também, nos países desenvolvidos, à ampliação das restrições legais a este conjunto de indústrias e às “vantagens locacionais ambientais” apresentadas pelo Brasil, quais sejam,

- a) larga base de recursos naturais, inclusive terra, água, reservas minerais e níveis de insolação;
- b) a energia elétrica barata;
- c) base legal e estrutura institucional menos desenvolvida do ponto de vista de assegurar um controle ambiental severo sobre as indústrias mais poluentes, além de um movimento social e ambientalista pouco organizado. (TORRES, 1996, p. 54)

BRAGA, PEREIRA e SALDIVA (2002) referem-se às vantagens locacionais, especialmente as de caráter legal e institucional encontradas pelas indústrias transnacionais não apenas no Brasil, mas também em outros países em desenvolvimento, pois o custo e a ampliação da atividade produtiva são fortemente influenciados por legislações ambientais, controle e fiscalizações rigorosas, assim como pressões para o investimento em equipamentos e tecnologias limpas.

<sup>6</sup> “As indústrias tradicionais são formadas pelos seguintes gêneros industriais: madeira, mobiliário, couros e peles, têxtil, vestuário, alimentícia, bebidas, fumo, editorial e gráfica e diversas.” (TORRES, 1996, p. 61)

<sup>7</sup> “A indústria tecnológica: mecânica, material elétrico e de comunicações, material de transporte, borracha, farmacêuticos, perfumarias, sabões e velas e plásticos.” (TORRES, 1996, p. 61)

À medida que os países desenvolvidos foram aperfeiçoando formas de controle ambiental, várias indústrias passaram a migrar para países onde a legislação e o controle fossem mais amenos ou mesmo inexistentes. Entre as décadas de 60 e 70, inúmeros países periféricos economicamente, ávidos por novas fontes de recursos e desenvolvimento, receberam indústrias multinacionais de produtos de base, principalmente na área petroquímica. Muitas dessas indústrias tinham como sede países onde a legislação ambiental determinava que altos investimentos em tecnologia fossem efetivados, principalmente para a prevenção de possíveis acidentes ambientais. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

O predomínio, a partir da década de 80, das indústrias de bens intermediários, denominadas por TORRES (1996) de “*indústrias sujas*”, acarreta, de maneira geral, intensa depleção dos recursos naturais e emissão de poluentes lançados na atmosfera, nos recursos hídricos e acumulados no solo em função do armazenamento dos resíduos industriais. Portanto, a degradação ambiental varia de acordo com o gênero industrial.

Para avaliar o impacto das atividades industriais ao ar, à água e quanto à demanda por recursos naturais e energia, especialmente, não-renováveis, TORRES (1996) elaborou uma matriz<sup>8</sup> de potencial de degradação ambiental por gênero industrial. Para esta pesquisa os gêneros industriais selecionados dessa matriz estão relacionados àqueles com potencial superior de poluição do ar e de demanda por recursos naturais e energia. Portanto, privilegiaram-se não só as indústrias de bens intermediários, mas também as indústrias tradicionais. Este último tipo de indústria pode apresentar grande potencial poluidor devido ao seu tempo de instalação no país e da tecnologia que emprega no processo industrial. (TORRES, 1996)

No entanto, a efetiva consolidação do potencial de degradação ambiental de um gênero industrial “é histórica e socialmente condicionada, isto é, está relacionado ao nível das tecnologias adotadas e à intensidade das restrições legais e sociais sobre as práticas ambientais destas indústrias” (TORRES, 1996, p. 48), assim como a idade média de instalação de cada gênero industrial. Portanto, o Estado, em seus diferentes níveis, tem um papel a desempenhar na regulamentação das emissões atmosféricas industriais, no estabelecimento e controle de Padrões de Qualidade do Ar (vide 2.3.3), mas especialmente na localização industrial. Quanto a este último

---

<sup>8</sup> A Matriz desenvolvida por TORRES (1996) encontra-se no Anexo 1.

aspecto, em particular, FIRKOWSKI (1998, p. 102) ressalta a emergência de possíveis conflitos sociais e impasses ambientais, a exemplo de São José dos Pinhais - PR, decorrentes da localização industrial pautada pelos interesses dos “grandes grupos econômicos e pela subordinação dos governos locais e estaduais em prontamente atenderem às demandas impostas, sob pena do capital migrar para outras áreas”, secundarizando, dessa maneira, as implicações sócio-ambientais.

As indústrias de bens intermediários e tradicionais produzem diferentes tipos de poluentes. Os principais são apresentados no QUADRO 6.

**QUADRO 6** - PRINCIPAIS TIPOS DE POLUENTES EMITIDOS POR INDÚSTRIAS SELECIONADAS

<b>Gêneros Industriais</b>	<b>Indústrias</b>	<b>Poluentes</b>
Intermediárias	Minerais não-metálicos	MP, fumaça
	Metalúrgica	MP, SO <sub>2</sub> , névoas ácidas e vapores
	Química e farmacêutica	MP, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , névoas ácidas, hexano, compostos de flúor
	Papel e Celulose	MP, SO <sub>2</sub> , mercaptanas, sulfato de hidrogênio
Tradicionais	Madeira e Mobiliário	MP, fumaça, gotículas de tinta, solventes
	Produtos Alimentares e Bebidas	MP, diversos odores, sulfato de hidrogênio
	Têxteis	MP, SO <sub>2</sub> , vapores orgânicos e névoas

FONTE: TORRES, 1996, p. 49; DERISIO, 2000, p. 111-116. (Organização: Simone Laís de SOUZA)

O crescimento da indústria de bens intermediários, associado ao padrão de consumo e à matriz energética adotada pela sociedade urbana e industrial, provocou um forte impacto ao meio ambiente, gerando depleção dos recursos naturais com danos aos ecossistemas, mas acarretando, particularmente, impactos à qualidade de vida dos residentes e trabalhadores locais. A competitividade e a necessidade de aperfeiçoamento dos processos produtivos também tornaram as plantas industriais cada vez maiores e mais complexas, além da introdução permanente de novos produtos químicos no mercado mundial, que acarretam uma série de problemas ambientais, resultando, em alguns casos, em situações de risco. (SERPA, 2002)

Outra fonte de emissão de poluentes responsável pela qualidade do ar é a frota de veículos automotores que circulam nos centros urbanos. A partir de análises

de emissões de  $MP_{10}$ , estudos do Banco Mundial<sup>9</sup> (1998) indicam que a participação da indústria e dos veículos automotores é diferenciada na emissão deste poluente conforme o município. Os 15 municípios onde as emissões de  $MP_{10}$  são mais significativas e suas respectivas fontes são apresentados na TABELA 4.

**TABELA 4** - MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM MAIORES TAXAS DE EMISSÃO DE  $MP_{10}$  - 1998<sup>10</sup>

Município (estado)	VALORES ABSOLUTOS			PARTICIPAÇÃO RELATIVA		
	Pop. (x 1000)	Total $MP_{10}$ (tons.)	Indústria $MP_{10}$ (tons.)	Transporte % do total	Pequenas Indústrias % do total	Grandes Indústrias % do total
São Paulo (SP)	9.646	41.204	17.123	58	1	41
Rio de Janeiro (RJ)	5.481	16.684	6.957	58	1	41
Belo Horizonte (MG)	2.020	10.140	5.206	49	1	50
Curitiba (PR)	1.315	9.759	3.706	62	2	36
Porto Alegre (RS)	1.236	6.107	1.413	77	2	21
Salvador (BA)	2.075	6.104	1.308	79	2	19
Brasília (DF)	1.601	6.089	2.461	60	1	39
Volta Redonda (RJ)	220	5.833	5.443	6	1	93
Manaus (AM)	1.012	5.480	1.800	67	1	32
Campo Grande (MT)	526	4.603	639	86	1	13
Recife (PE)	1.298	4.542	2.494	45	3	52
Itapeva (SP)	82	4.515	4.403	2	1	97
Cubatão (SP)	91	4.406	4.168	6	4	90
Sete Lagoas (MG)	144	4.316	3.982	8	1	91
Guarulhos (SP)	788	4.228	2.208	48	2	50

FONTE: SANTOS; CÂMARA, 2002, p. 193

<sup>9</sup> BANCO MUNDIAL. **Brasil: gestão dos problemas da poluição – A agenda ambiental marrom.** Vol. I, II, 1998.

<sup>10</sup> Tabela também disponível em <[http://www.mct.gov.br/clima/comunic\\_old/areaplt.htm](http://www.mct.gov.br/clima/comunic_old/areaplt.htm)> Acesso em 29 agos. 2005

Os veículos são reconhecidos como uma das principais fontes de poluição do ar, mas, a partir da análise da TABELA 4, pode-se inferir, com relação ao MP<sub>10</sub>, que nas áreas metropolitanas se encontram os problemas mais graves relacionados à poluição do ar por fontes móveis – notadamente São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Salvador, Porto Alegre, Manaus e Curitiba. (SANTOS; CÂMARA, 2002)

Contudo, nos municípios com menos de 250 mil habitantes, de acordo com a TABELA 4, a emissão de MP<sub>10</sub> pelos transportes não excede o valor de 8% do total; sendo a indústria a principal fonte de emissão de poluentes atmosféricos, a exemplo de Volta Redonda - RJ, Cubatão - SP, Itapeva - SP e Sete Lagoas - MG. (SANTOS; CÂMARA, 2002) Trata-se de municípios cujas áreas industriais são marcadas pela presença de indústrias petroquímicas, siderúrgicas, metalúrgicas, papel e celulose, fertilizantes e outras indústrias químicas, denominadas de acordo com TORRES (1996) de *indústrias sujas*, como as existentes na cidade de Araucária - PR.

Quanto às fontes móveis, elas são constituídas principalmente pelos veículos automotores, mas também por trens, aeronaves e embarcações marinhas. Os veículos automotores são divididos em: leves de passageiros, leves comerciais e veículos pesados. Os leves de passageiros utilizam principalmente gasolina, álcool ou gás natural veicular (GNV); os leves comerciais utilizam óleo diesel ou gás natural veicular; e veículos pesados, óleo diesel. A quantidade de poluentes liberados na atmosfera pelos veículos automotores deve-se ao tamanho da frota, ao tipo e projeto de motor, condições em que o veículo é usado (número de passageiros), modo de guiar, mecanismos e equipamentos de filtragem dos poluentes, manutenção, data de fabricação e controle da qualidade do combustível. As emissões de poluentes pelos veículos automotores são especialmente importantes por ocorrerem próximas à superfície e apresentarem maior volume de material particulado fino. (DERISIO, 2000; BRANCO; MURGEL, 2004; CETESB, 2004; IAP, 2004)

A crescente frota de veículos automotores está relacionada à rápida urbanização verificada em nosso país, à não adequação com qualidade dos sistemas de transporte coletivo à demanda e, também, ao acesso facilitado para a aquisição do automóvel, ampliando, com isso, a motorização individual. Associados a esses aspectos, os meios de transporte exercem destacada influência na produção e consumo de mercadorias, na dinâmica e organização espacial, possibilitando oportunidades de desenvolvimento a diferentes cidades e regiões. (SANTOS; CÂMARA, 2002; BRUNA; PIRRÓ, 2004; MACEDO, 2004)

É que os meios de transporte, praticamente, estendem a influência comercial dos centros urbanos tornando a região acessível e sua produção econômica passível de ser utilizada por populações distantes. Por isso mesmo influenciam os padrões de organização do uso do solo, com efeitos na densidade, na distribuição do desenvolvimento e mesmo nos costumes das comunidades. O carro e o caminhão são responsáveis pelas formas descentralizadas de ocupação do território, devido à flexibilidade que introduzem... Desse modo, as previsões de transporte influem na forma urbana, na paisagem, na localização das atividades (e mesmo nos processos de produção e distribuição), bem como nos valores da terra. Podem, portanto, contribuir para a riqueza ou estagnação das nações, ligando-as regionalmente ou dificultando sua inserção nos mercados mundiais. (BRUNA; PIRRÓ, 2004, p. 390)

No entanto, o controle das emissões de poluentes pelos veículos automotores é cada vez mais necessária, devido à concentração crescente da população em áreas urbanas, estas apresentando, muitas vezes, índices de poluição do ar que representam riscos à saúde humana, como demonstrado na TABELA 4.

Na região metropolitana de São Paulo, a maior parte da poluição do ar é devida aos transportes, que são responsáveis por cerca de 90% da produção de monóxido de carbono, por uma alta proporção variando entre 70% e 90% dos hidrocarbonetos presentes na atmosfera e por aproximadamente entre 20% e 30% da presença de óxido de nitrogênio e ainda oxidantes fotoquímicos. Essa poluição pode ser perigosa não só com a formação de nevoeiros que se colocam próximos às áreas urbanas, mas ainda por sua transmissão via chuvas ácidas que acabam inutilizando o solo e a água para consumo, e também danificando a saúde. A emissão de poluentes produzidos pelos veículos ocorre tanto pelo escapamento, como pelo cárter, juntas e conexões do sistema de abastecimento de combustível, e ainda pelos freios e pneus. (...) os pneus são responsáveis pela emissão de partículas em suspensão no ar, com todos os agravamentos que provocam à saúde. (BRUNA; PIRRÓ, 2004, p. 388-389)

A frota de veículos automotores da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, em torno de 7,8 milhões de unidades (1/5 do total nacional), é responsável por aproximadamente 90% das emissões de poluentes atmosféricos. Apesar da presença de indústrias de alto potencial poluidor, os veículos são responsáveis por 98% das emissões de CO, 97% de HC, 96% de NO<sub>x</sub>, 40% de MP e 55% de SO<sub>x</sub>. (CETESB, 2004) A contribuição relativa das fontes móveis e fixas na RMSP pode ser verificada na TABELA 5, que mostra a evolução da emissão de poluentes para os anos de 1997, 2001, 2002, 2003 e 2004.



**TABELA 5 - EVOLUÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO RELATIVA DAS FONTES DE POLUIÇÃO DO AR NA RMSP, 1997<sup>1</sup>, 2001<sup>2</sup>, 2002<sup>3</sup>, 2003<sup>4</sup> e 2004<sup>5</sup>**

FONTE DE EMISSÃO			Poluentes (%)																									
			CO					HC					NO <sub>x</sub>					SO <sub>x</sub>					MP <sup>(a)</sup>					
			1997	2001	2002	2003	2004	1997	2001	2002	2003	2004	1997	2001	2002	2003	2004	1997	2001	2002	2003	2004	1997	2001	2002	2003	2004	
MÓVIL	VEÍCULOS	Gasolina	60	46,4	45,9	45,6	46,5	22	20,9	20,8	20,3	20,6	18	11,4	12,8	11,4	12,3	17	25,9	23,8	21,4	21,4	10	8	8	8	9,6	
		TUBO DE ESCAPAMENTO	Álcool	15	12,4	12,3	12,1	12,5	8	5,8	5,7	5,7	5,8	5	3,3	3,1	3,2	3,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		DE	Diesel	18	25,8	25,1	25,4	23,7	13	17,9	17,9	17,9	16,2	70	81,3	80,1	81,5	79,8	36	27,7	29,3	30,8	31,4	30	30,8	30,9	30,8	29
		Táxi	2	0,2	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,1	0,1	0,1	1	0,2	0,2	0,2	0,1	1	1	0,8	0,8	0,8	-	0,3	0,2	0,1	0,2	
		Motocicletas e similares	3	12,9	13,8	14,6	15	1	7,3	7,8	8,3	8,5	1	0,3	0,3	0,3	0,4	1	2	1,3	1,3	1,3	-	0,9	0,9	1,1	1,2	
	CÁRTER E EVAPORATIVA	Gasolina	-	-	-	-	-	35	33,3	33,1	33,3	33,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Álcool	-	-	-	-	-	8	4,4	4,2	4,1	4,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Motocicletas e similares	-	-	-	-	-	1	3,9	4,2	4,5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	OPERAÇÕES DE TRANSFERÊNCIA DE COMBUSTÍVEL	Gasolina	-	-	-	-	-	7	3,2	3,1	2,8	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Álcool	-	-	-	-	-	1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FIXA	Operação de processo industrial (1990)		2	2,3	2,2	2,2	2,2	3	3	3	2,9	3	5	3,5	3,5	3,4	3,8	45	43,4	44,8	45,7	45,1	10	10	10	10	10	
	RESSUSPENSÃO DE PARTÍCULAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25		
AEROSSÓIS SECUNDÁRIOS			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25	25	25	25		
TOTAL			100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		

FONTE: <sup>1</sup>IMACEDO, 2004, p. 323; <sup>2</sup>CETESB, 2002, p. 9; <sup>3</sup>CETESB, 2003, p. 7; <sup>4</sup>CETESB, 2004, p. 3; <sup>5</sup>CETESB, 2005, p. 4 (Organização: Simone Laís de SOUZA)

NOTA: (a) – MP refere-se ao total de material particulado, as PI são uma fração deste total.

Em consequência da gravidade da poluição gerada pelas fontes móveis, a Cetesb, já na década de 80 implantou o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, obtendo resultados importantes na redução de contaminantes. O veículo fabricado em 1997 passou a emitir 90% menos poluentes que seu similar de 1986; em 1998, a redução média de emissão de poluentes observada na TABELA 5, atingiu o valor de 90%. O elemento que contribuiu efetivamente para diminuição da poluição do ar nos grandes centros urbanos do país foi a mistura de álcool etanol à gasolina. Os veículos movidos a etanol representam 14,5% da frota da RMSB e aqueles movidos a gasolina (22% etanol e 78% gasolina) 69,5%. Portanto, o álcool corresponde a 34% do combustível utilizado. A eliminação definitiva do chumbo da gasolina (em 1991), a definição de limites máximos de emissão para veículos leves e pesados, a homologação obrigatória pelo órgão ambiental responsável (a Cetesb é responsável pela implantação e operacionalização do PROCONVE no país) para todos os novos modelos de veículos e motores produzidos no país e, também, para os veículos importados, incluindo combustíveis de referência, são outras exigências previstas no PROCONVE, que considera a qualidade do combustível e a concepção tecnológica do motor como os principais fatores da emissão de poluentes. (MARTINS et al., 2002; BRUNA; PIRRÓ, 2004; CETESB, 2004)

Os veículos movidos a gasolina, diesel, álcool e GNV produzem gases, vapores e material particulado. A diferença está nas quantidades que cada um emite para a atmosfera; os poluentes são gerados pelas mesmas fontes: cárter (reservatório de óleo lubrificante), sistema de alimentação de combustível (emissão evaporativa), escapamento, desgaste de pneus e pastilhas de freios. “Quanto às lonas e às pastilhas de freios, muitas vezes são compostas por amianto, material fibroso que pode causar uma série de doenças quando inalado.” (BRANCO; MURGEL, 2004, p. 92) Em um motor de combustão interna, os níveis de poluentes emitidos variam de acordo com a mistura ar-combustível. Como esta relação nem sempre é ideal, há uma queima incompleta de combustível e os produtos da combustão são emitidos para a atmosfera. Os principais poluentes são: CO, HC, NO<sub>x</sub>, aldeídos e material particulado. Os combustíveis de origem fóssil – gasolina e diesel – também liberam na queima incompleta o SO<sub>x</sub>, que está presente nestes combustíveis como impureza, em consonância com a origem do petróleo. (DERISIO, 2000; BRANCO; MURGEL, 2004)

Outro fator que influencia a emissão de poluentes atmosféricos pelas fontes móveis é o tempo de deslocamento residência-trabalho-residência que tem aumentado significativamente. A mobilidade dos veículos automotores nas regiões metropolitanas brasileiras se aproxima de 60% da média mundial. “A desproporção entre número de veículos circulantes e a malha viária destinada a escoar uma frota veicular que sempre cresce, fez com que a Cidade de São Paulo venha experimentando aumento progressivo de congestionamentos.” (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

A proporção de habitantes por veículo em São Paulo passou de 6/1 em 1977 para 2/1 em 1997, período de 20 anos. A velocidade média dos ônibus em 10 anos baixou de 22 para 15 quilômetros por hora. A taxa de motorização no país passou de 72 habitantes/automóvel em 1960, para 5 em 1998, chegando a 4,3 em 2005. A quantidade média diária de viagens por habitante tende a aumentar de 1,5, em 1995, para 1,7 em 2005. (SANTOS; CÂMARA, 2002; MACEDO, 2004)

A RMC apresentou proporção de habitantes por veículo de 3/1 em 2004, proporção apresentada pelo município de Curitiba no ano de 1992, sendo 2/1 em 2004, com uma frota de 843.300 veículos. O município de Araucária apresentou uma ampliação na taxa de motorização, passando de 6/1 em 1997, a proporção de habitantes por veículo, para 4/1 em 2004, mas com uma frota de 30.206 veículos. (IAP, 2004; DETRAN, 2005; IBGE, 2005)

Embora a melhoria e a eficiência dos transportes públicos, aliadas às inovações tecnológicas nos veículos automotores, possam contribuir com a melhoria da qualidade do ar nos centros urbanos, deve-se considerar que o país possui 5.561 municípios (IBGE, 2002) distribuídos pelo território. 75% apresentam população inferior a 20 mil habitantes, e estes concentram somente 19% da população total. Portanto, mais de 80% da população brasileira residem em apenas 25% dos municípios. Isto significa um cenário de extrema concentração populacional, aspecto importante a ser considerado na relação emissão de poluentes, saúde e qualidade de vida. (SANTOS; CÂMARA, 2002)

O cenário acima pode levar a dois caminhos: restrição à circulação de veículos, necessariamente acompanhada de um aumento da qualidade e acesso ao transporte público, ou a realização de grandes obras viárias. Em geral, a segunda opção é a preferida pelos dirigentes das cidades, dada visibilidade política que as grandes obras e viadutos propicia a quem os contrata. (...) é válida a comparação entre uma grande cidade poluída e um

organismo doente. Frente ao entupimento difuso das artérias – as ruas – de uma grande cidade, a opção é sempre uma ponte de safena. No entanto, os cardiologistas somente prescrevem uma ponte coronariana quando se certificam que o território vascular situado após a ponte é normal. Este cuidado quase nunca é tomado pelos “planejadores” urbanos, que somente deslocam o local do estreitamento para mais adiante. Os cardiologistas também condicionam sempre à ponte de safena a adoção de hábitos mais saudáveis pelo paciente. Ao contrário, no caso das grandes cidades, realizamos pontes que estimulam cada vez mais as causas da doença: a proliferação indiscriminada do uso do solo. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

A efetiva degradação ambiental pode ser verificada nas principais áreas urbano-industriais do país, contudo, o envolvimento, organização e intervenção da sociedade civil, ONG's, associações de moradores, comunidade científica e organismos ambientais também guarda relação direta com o nível do processo de degradação ambiental em decorrência das ações e estratégias elaboradas e implementadas para minimizar o problema e, até mesmo, solucioná-lo.

### 2.3.2 Fatores meteorológicos e dispersão dos poluentes atmosféricos

A qualidade do ar não está relacionada somente às emissões de poluentes atmosféricos, mas também às condições meteorológicas, à topografia natural e edificada, que influenciam na interação entre a atmosfera e os poluentes, provocando a concentração ou a dispersão dos mesmos. (DANNI-OLIVEIRA, 1999)

Condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes associadas às características geoecológicas do sítio urbano podem contribuir com a deterioração da qualidade do ar. Isto ocorre porque o relevo e as condições meteorológicas em determinadas estações do ano influenciam e explicam a concentração de poluentes em certos locais, mesmo estes localizados distantes das fontes poluidoras.

Segundo OKE (1978)<sup>11</sup>, citado por DANNI-OLIVEIRA (1999, p. 62), “a *camada limite urbana (urban boundary layer)* corresponde a parcela de baixa atmosfera que tem como base o nível dos telhados e cujas características são governadas pela natureza geral da superfície urbana.” Portanto, é nesta parcela da atmosfera urbana que se processa a diluição e a concentração dos poluentes

---

<sup>11</sup> OKE, T. R. Air pollution in the boundary layer. **Boundary layer climates**. London: Mathuen & Co, 1978.

comandados por movimentos verticais regidos pela temperatura do ar e fenômenos como a velocidade e direção dos ventos.

De acordo com AYOADE (1996), DANNI-OLIVEIRA (2000), TOLEDO, TORRES e MARTINS (2003), a concentração ou a dispersão dos poluentes atmosféricos é influenciada pela precipitação, velocidade e direção dos ventos, umidade, ilhas de calor, topografia natural e edificada e uso do solo.

A topografia local, com a presença de vales sujeitos a freqüentes calmarias e inversões térmicas, apresenta as piores condições para a dispersão dos poluentes atmosféricos. Para MONTEIRO (2003, p. 52) “as situações de calmaria são importantes porque não só fomentam a concentração localizada dos poluentes como ressaltam as variações locais, especialmente urbanas.”

A velocidade do vento e a estabilidade térmica da atmosfera são parâmetros importantes para as condições de dispersão dos poluentes. Condições de dispersão significam que os poluentes estão sendo espalhados pelos mecanismos de transporte, evitando assim uma acumulação em locais próximos às fontes. O vento é importante mecanismo de transporte dos poluentes, pois influencia na sua dispersão. As diferenças de pressão devido ao aquecimento do ar irão definir comportamentos atmosféricos locais. Segundo TOLEDO, TORRES e MARTINS (2003, s. p.), em “condições de grande estabilidade da atmosfera, o transporte do material em altura pode ser feita a longas distâncias e levar a situações de concentrações de poluentes ao nível do solo em locais onde não há fontes poluidoras próximas”, de acordo com estudo realizado em Juiz de Fora – MG.

Os efeitos da poluição do ar podem ser minimizados com estudos das condições meteorológicas, especialmente direção e velocidade dos ventos, que favorecem a concentração de poluentes, pois

aos centros de altas pressões denominados de anticiclones, estão associadas condições de tempo caracterizadas por grande estabilidade com pouca mistura vertical e, portanto, fraca dispersão dos poluentes. Aos centros de baixa pressão, ou ciclones, associam-se condições de instabilidade e de grande turbulência favorecendo a dispersão dos poluentes. (TOLEDO; TORRES; MARTINS, 2003, s.p.)

Assim, condições de instabilidade atmosférica favorecem a dispersão dos poluentes, pois este estado possibilita condições de mistura vertical do ar.

Quanto à direção e velocidade dos ventos, DANNI-OLIVEIRA (1999, p. 69) enfatiza que:

Ventos leves a moderados que passam por áreas poluídas a sotavento da cidade, trarão consigo os contaminantes lá gerados, agravando a qualidade do ar da mesma. Por esse motivo, a instalação concentrada ou não de plantas industriais que comprometam de alguma forma o ar de áreas urbanas, além dos cuidados no controle das emissões, deve considerar seriamente a direção predominante dos ventos, de forma a privilegiar áreas a barlavento das cidades. (DANNI-OLIVEIRA, 1999, p. 69)

MONTEIRO (2003, p. 53) atribui papel relevante à localização de indústrias altamente poluidoras e às características do sítio ecológico, enfatizando que “o mais importante será a adoção de uma atitude bem pensada e planejada de locação desse tipo de indústria, e de qualquer outra poluidora, em sítios que não comprometam seriamente a qualidade do ambiente.”

A concentração ou a dispersão dos poluentes atmosféricos influencia o nível de exposição o qual pessoas, fauna e flora estão sujeitas. E são as variáveis meteorológicas – temperatura, pluviosidade e umidade relativa do ar – que podem favorecer a concentração ou a dispersão dos poluentes atmosféricos. A pesquisa desenvolvida por DANNI-OLIVEIRA (1997, s. p.), em Curitiba – PR, identificou

três padrões comportamentais da pluviosidade ao longo do ano: um mais seco e longo com chuvas de 60 a 100 mm abrangendo os meses de abril a agosto; um intermediário e breve com chuvas de 100 a 120 mm correspondente aos meses de setembro a novembro; e finalmente um último mais chuvoso e de duração intermediária com totais de 130 a 180 mm que se estende de dezembro a março. (DANNI-OLIVEIRA, 1997, s. p.)

Pode-se inferir que nos períodos de maior pluviosidade ocorre maior eliminação dos poluentes atmosféricos. Estes também atuam como núcleos de condensação, influenciando a visibilidade na área urbana com o aumento da nebulosidade.

Segundo DANNI-OLIVEIRA (1999, p. 68), nos climas de estações bem demarcadas, “o inverno constitui-se na época do ano menos favorável à dispersão de poluentes, enquanto que o verão caracteriza-se como a que melhor enseja a diluição dos mesmos”. Em condições de altas concentrações de poluentes associados à baixa umidade do ar, freqüente nos meses de inverno, é comum ocorrerem complicações respiratórias devido ao ressecamento das mucosas,

provocando sangramento pelo nariz e irritação dos olhos. (DANNI-OLIVEIRA, 1999; SILVA; MENEZES, 2001)

As áreas verticalizadas dos centros urbanos representam fator de modificação do clima urbano com influência na temperatura do ar, na direção e velocidade dos ventos, podendo canalizá-los ou servir de barreira e, desta forma, influenciar a dispersão dos poluentes. Para DANNI-OLIVEIRA (1999),

essas estruturas e formas urbanas interagem do nível meso ao microclimático com padrões locais de ventos, e em consequência com a dissipação intra-urbana de energia e dos contaminantes do ar. (...) A rugosidade da superfície decorrente das feições topográficas locais, topografia edificada, vegetação e presença de superfícies líquidas, age no sentido de reduzir a velocidade do vento, e de gerar campos de redemoinhos notadamente na camada de cobertura urbana, agravando a concentração de aerossóis presentes. (DANNI-OLIVEIRA, 1999, p. 22, 71)

Em estudo desenvolvido sobre poluição do ar na cidade de Curitiba - PR, correlacionando processo de urbanização e acelerada verticalização verificada em certos bairros, DANNI-OLIVEIRA (2000, p. 108) inferiu que em ocasiões de estabilidade atmosférica a qualidade do ar é deteriorada, devido ao confinamento decorrente da topografia edificada “onde os vales são constituídos pelas ruas, e a verticalidade das paredes dos prédios vem formar vertentes abruptas, constituindo-se em verdadeiras falésias e canyons urbanos”, elevando os níveis de concentração dos poluentes atmosféricos emitidos pelas fontes móveis da cidade. A autora enfatizou a localização de Curitiba em relação ao deslocamento do sistema Anticiclônico Migratório Polar Atlântico, provocando condições desfavoráveis à dispersão de poluentes, pois a cidade é “rota de deslocamento [deste sistema], cuja massa de ar tende a dominar as situações de estabilidade atmosférica, notadamente no período de inverno, quando sua permanência e/ou frequência na região é maior.” (DANNI-OLIVEIRA, 2000, p. 108)

Em estudo desenvolvido em Paulínia – SP, GUTJAHR (2002) destaca o papel da velocidade e direção dos ventos na dispersão dos poluentes emitidos pelas indústrias. A partir de registros de contatos de moradores da cidade com a unidade regional da Cetesb – referentes a reclamações quanto aos fortes odores que atingiam a cidade – e da localização das indústrias, a autora pôde inferir que

durante os 56 dias observados no período de 04/06 a 13/08/1998, foram recebidas 71 reclamações de odor de moradores de Paulínia. Desses dias observou-se: 31 dias com calmarias, 25 dias com vento na hora da reclamação (sendo que destes, 70% tiveram calmaria nas 3 horas anteriores) e 15 dias sem dados. (...) As reclamações provenientes da região central de Paulínia, na maioria das vezes ocorreram com vento fraco ( $< 1,5$  m/s) o que tornou difícil determinar a fonte responsável pelo odor. Mas indicou que sob condições de estagnação atmosférica, ou seja, de fraca dispersão de poluentes pelo vento, o município sofre influência do odor dos gases emitidos pelas indústrias localizadas nas áreas circunvizinhas. Nos três dias em que a velocidade do vento foi mais significativa ( $> 2,0$  m/s), a identificação da origem [do odor] pelo reclamante pareceu bastante precedente. (GUTJHAR, 2002, p. 89 - 90)

Portanto, sob condições de ventos fracos e da localização das principais plantas industriais, podem ocorrer altas concentrações de poluentes devido às condições meteorológicas locais desfavoráveis à dispersão, como também pelo transporte dos poluentes para as áreas vizinhas pela frequência da direção dos ventos. GUTJHAR (2002) refere-se à direção dos ventos quando analisa as reclamações de moradores de bairros localizados em Campinas, mas próximos à Paulínia:

Num único dia, 17/06/98, a empresa [Cetesb] recebeu 28 reclamações desde as 7:30 h até às 21:00 h, todas citando a empresa Rhodia como responsável. Observa-se que a Rhodia é citada como responsável em 87,1% dos casos. Na análise de vento, pode-se observar que, nos dias e horários das reclamações, o vento predominante foi do quadrante N-W, correspondente à localização da Rhodia em relação àqueles bairros de Campinas. Desse modo, pode-se afirmar que na maioria dos eventos observados no município de Campinas, a Rhodia [em Paulínia] foi a provável causadora de reclamações de odor. (GUTJHAR, 2002, p. 91)

Cabe destacar que em Paulínia está localizada a maior refinaria da Petrobrás em volume de produção, a REPLAN, maior fonte emissora de  $\text{SO}_2$ . Outras indústrias de bens intermediários e tradicionais estão situadas no município, como por exemplo, indústria química (Rhodia), fertilizantes (Galvani S/A), papel e papelão (J. Bresler S/A) e refrigerantes (Brahma-CRBS), entre outras. (GUTJHAR, 2002)

Cubatão-SP é um exemplo crítico de poluição industrial associada a condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes. A presença de um grande complexo industrial, com plantas industriais do setor petroquímico, químico, siderurgia, cimento, fertilizantes, etc., contribuiu para que a cidade fosse responsável por 2,6% do PNB nacional. Devido aos fatores geoecológicos e sítio urbano da cidade, os níveis de concentração dos poluentes alcançaram valores críticos em



diversas ocasiões. “Como os ventos são fracos, os poluentes na atmosfera não se dispersam rapidamente. E a direção dos ventos, do mar para a montanha, significa que a poluição, quando é dispersa, cai na serra florestada.” (HOGAN, 1996, p. 102-103) O fenômeno das brisas, especialmente as marítimas, associadas às características do relevo acarretam problemas quanto a dispersão de poluentes em Cubatão-SP, acentuando de forma ampliada os problemas socioeconômicos dos seus moradores. (HOGAN, 1988, 1990, 1996; MOTTA; MENDES, 1994)

### 2.3.3 Padrões de Qualidade do ar

A Revolução Industrial é referência quando se trata de poluição atmosférica e questões de saúde pública. A atmosfera nos centros industriais que vão surgindo (composta por fuligem, poeiras, compostos de enxofre) torna-se insalubre e perigosa à saúde. Em decorrência, os países passaram a estabelecer os limites máximos para emissões dos poluentes à medida que os episódios agudos de poluição do ar se ampliaram, preocupando não só a comunidade científica, mas também a sociedade civil. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002; BRANCO; MURGEL, 2004)

Uma série de episódios agudos de contaminação do ar são relatados em literatura científica. Nestas ocasiões, em decorrência dos altos níveis de emissão e concentração de poluentes atmosféricos, houve uma elevação dos efeitos nocivos sobre sistema respiratório, provocando o agravamento de sintomas em indivíduos portadores de problemas respiratórios crônicos, incremento nos atendimentos hospitalares, inclusive de indivíduos sadios, e excesso de mortes por doenças cardiorrespiratórias. (DUCHIADE, 1992; PENNA, 1999; BRANCO; MURGEL, 2004)

Nestes episódios críticos ou agudos, aos níveis elevados de emissão de poluentes estavam associadas condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão, como as inversões térmicas e a estabilidade atmosférica, chamando a atenção das autoridades governamentais para a duração de tais eventos.

BRAGA, PEREIRA e SALDIVA (2002) citam o episódio agudo que causou um excesso de mortes inclusive dois dias após o fenômeno no vale Meuse, Bélgica em 1930, entre as cidades de Huy e Liège. A região caracterizava-se pela grande concentração de diversas indústrias, como siderúrgicas, metalúrgicas, termoelétricas, fábricas de cerâmica e vidro, cimento, pólvora, adubos, ácido

sulfúrico, transformação química de minerais, minas de carvão e carvoarias. A dispersão dos poluentes durante os dias 01 e 05 de dezembro de 1930 foi impedida devido a condições meteorológicas desfavoráveis, como a ausência de ventos.

Outro episódio agudo de poluição atmosférica ocorreu em Donora, Pensilvânia, EUA, entre os dias 26 e 31 de outubro de 1948, que, acompanhado de forte inversão térmica, afetou 43% da população. De acordo com TOMMASI (1979), foi o primeiro caso de poluição do ar nos Estados Unidos,

enquanto deveria ocorrer apenas uma morte num período de 14 horas em Donora, ocorreram 14! (...) O ar começou a apresentar cada vez mais um cheiro forte e mesmo um certo paladar. Ele estava carregado de dióxido de enxofre. A vida econômica de Donora era largamente dependente de uma grande fábrica de aço e de arame, uma usina de zinco e uma de ácido sulfúrico. Cerca de 3.000 pessoas trabalhavam nessas fábricas situadas às margens do rio Monongahela (a população era de 14.000 pessoas). Essas fábricas eliminavam para o ar grandes quantidades de dióxido de enxofre e de partículas finas, inclusive substanciais quantidades de zinco, chumbo e cádmio; o uso doméstico de carvão adicionava ainda muito monóxido de carbono, matéria particulada e dióxido de enxofre. Durante o terceiro e o quarto dia do fenômeno meteorológico, grande parte da população de Donora ficou doente. É possível que, nesses dias, a quantidade de matéria particulada no ar tenha atingido o teor de  $4 \text{ mg/m}^3$  e a de dióxido de enxofre, 0,5 ppm! (TOMMASI, 1979, p. 66-67)

O episódio crítico mais citado sobre poluição do ar ocorreu em Londres, em dezembro de 1952, quando uma inversão térmica provocou uma elevada concentração de  $\text{SO}_2$  e MP, emitidos pela queima de carvão mineral, usado como fonte de aquecimento no inverno e pelas indústrias locais. Esse episódio agudo de poluição atmosférica, em concentrações até nove vezes maiores que a média dos poluentes, acarretou a morte de 4.000 pessoas e aumento nos atendimentos hospitalares em mais de 20.000 casos. Esses fatos resultaram na aprovação da Lei do Ar Puro do Reino Unido, em 1956, estabelecendo limites para a emissão de poluentes e níveis aceitáveis da qualidade do ar. Outras leis foram criadas no Reino Unido (*Clean Air Acts*), Estados Unidos, Japão e em outros países da Europa Ocidental e resultaram na criação de agências ambientais para monitorar, regular e avaliar a qualidade do ar. (TOMMASI, 1979; SOBRAL, 1988; GOLDEMBERG, 1998; BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002; GOMES, 2002; BRANCO; MURGEL, 2004)

Na década de 60 foi criado, nos Estados Unidos, um programa federal de monitoramento da poluição atmosférica ligado ao Departamento de Saúde,

Educação e Bem Estar Social dos Estados Unidos. Nesta mesma década, para efetivar o controle da emissão dos diversos poluentes atmosféricos, foi criada a Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana – *EPA (Environmental Protection Agency)*, que passou a estabelecer os padrões de qualidade do ar e os poluentes atmosféricos que seriam monitorados (PTS, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e Pb). Somente em 1990, a EPA obtém autonomia para determinar os critérios técnicos de controle das substâncias em função dos seus efeitos à saúde. De acordo com BRAGA, PEREIRA e SALDIVA (2002),

ao longo [do século XX] desastres ambientais continuaram ocorrendo, não obstante todos os conhecimentos acumulados acerca dos prejuízos e altos custos sociais. Mesmo nos países desenvolvidos, onde o controle ambiental é mais efetivo, existe uma contínua discussão crítica sobre os efeitos da poluição atmosférica, mesmo naquelas concentrações consideradas “seguras” pela legislação. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

Entretanto, três desastres devem ser destacados por suas particularidades e localização. Todos ocorreram em 1984 em países em desenvolvimento – na Cidade do México, em Cubatão (Brasil) e em Bhopal (Índia). No México, o vazamento de combustíveis e gás provocou a morte de centenas de pessoas, feridos e milhares de desabrigados; em Cubatão, houve vazamento de combustível e incêndio, com centenas de mortos e feridos; em Bhopal, o vazamento de metil-isocianato provocou a contaminação do ar e fez milhares de vítimas. Os acidentes ocorridos em três países em desenvolvimento, segundo FRANCO (1996, p. 73) “têm como denominador comum as deficientes condições de manutenção e de segurança industrial” São resultado, portanto, de políticas industriais que desconsideram os efeitos nocivos e as repercussões à saúde dos trabalhadores, da população local e os impactos ao meio ambiente, principalmente por se tratar de indústrias químicas, petroquímicas, papel e celulose e siderúrgicas, ou seja, de grande potencial poluidor. Muitos desses estabelecimentos industriais são subsidiários de empresas que possuem sede em países desenvolvidos, cujas matrizes nem sempre repassam as estruturas e tecnologias de segurança para aquelas instaladas em países em desenvolvimento. Por isso, existem “importantes conseqüências sobre os riscos industriais no Brasil, pois configuram condições de trabalho com maior periculosidade e insalubridade do que os similares nos países de origem.” (FRANCO, 1996, p. 75)

Neste contexto, a qualidade do ar ganha especial relevância, pois a interação entre as substâncias poluentes e a atmosfera vai definir o nível de qualidade do ar. A partir da quantificação dessas substâncias verificam-se as concentrações que estejam em desacordo com os níveis estabelecidos e que podem provocar o surgimento de efeitos adversos às pessoas, animais, plantas e materiais. O padrão de qualidade do ar é definido legalmente e estabelece o limite máximo para a concentração de um componente/substância atmosférica que garanta a saúde e o bem-estar da população, infra-estrutura e do meio ambiente em geral. (DERISIO, 2000; IAP, 2003)

As primeiras iniciativas no Brasil para o monitoramento e controle da qualidade do ar datam da década de 60 e ocorreram na Região Metropolitana de São Paulo, através da Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar, formada inicialmente pelos municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Mauá. A Cetesb, fundada em 1968, assume na década seguinte o monitoramento e controle da qualidade da água, do ar e do solo no estado de São Paulo. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002)

De acordo com a Cetesb (2004), os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são:

- fornecer dados para ativar ações de controle durante períodos de estagnação atmosférica;
- avaliar a qualidade do ar à luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem estar das pessoas;
- obter informações que possam indicar os impactos sobre a fauna, flora e o meio ambiente em geral;
- acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devidas à alterações nas emissões dos poluentes, e assim auxiliar no planejamento de ações de controle;
- informar à população, órgãos públicos e sociedade em geral os níveis presentes da contaminação do ar. (CETESB, 2004, p. 16)

As normas de qualidade do ar são de dois tipos: primário e secundário. O padrão primário de qualidade do ar define as concentrações dos poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Este padrão não leva em consideração as necessidades da fauna e flora, e sim o nível máximo tolerável de concentração de poluentes em metas de curto e médio prazo. (IAP, 2002; CETESB, 2004) As metas de curto prazo têm o objetivo de controlar os efeitos agudos produzidos durante períodos de alta concentração de poluentes. As metas de curta duração podem ser de 1, 8 e/ou 24 horas de concentração. (IAP, 2002;

CETESB, 2004) O padrão secundário estabelece legalmente as concentrações abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, dano à fauna e flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. É o nível de concentração de poluentes desejado de longo prazo. (IAP, 2002; CETESB, 2004)

A TABELA 6 apresenta normas de qualidade do ar em alguns países americanos, em metas de curto e longo prazo, comparando com aquelas indicadas pela Organização Mundial da Saúde.

**TABELA 6** – NORMAS DE QUALIDADE DO AR EM PAÍSES AMERICANOS SELECIONADOS E DIRETRIZES DA ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS), 1992

Poluente	Tempo de amostragem	Países Americanos Seleccionados									
		Argentina	Bolívia	Chile	Colômbia	Equador	México	Peru	Venezuela	EUA	OMS
<b>PTS</b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 horas	260	260	400	250	260	350	75			<b>150-230</b>
	1 ano	75	75	100	80	75	150				<b>60-90</b>
	30 dias	150									
<b>PM<sub>10</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	24 horas	150	150			150				150	
	1 ano	50				50				50	
<b>SO<sub>2</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 hora										<b>350</b>
	24 horas	365	365	400	400	338	858	80	365		<b>100-150</b>
	1 ano	80	80	100	80	78	172		80		<b>40-60</b>
	3 horas			1500	1500				1300		
	30 dias	70									
	10 min.										<b>500</b>
<b>CO</b> ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1 hora	57,3	30,0	40,0	50,0	40,0		40,0		40,0	<b>30,0</b>
	8 horas	11,5	10,0	10,3	15,0	10,0	12,6	20,0	10,0	10,0	<b>10,0</b>
	30 min.										<b>60,0</b>
	15 min.										<b>100,0</b>
<b>O<sub>3</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 hora	200	236	160	170	200	220		240	235	<b>150-200</b>
	8 horas							200			<b>100-120</b>
	30 min.							400			
<b>NO<sub>2</sub></b> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1 hora	846	400			395					
	8 horas		150					200	100		<b>400</b>
	24 horas			100	100	100				100	<b>150</b>

FONTE: LACTEC, 2004a, p. 49-54

NOTA:

Os espaços em branco indicam que não há norma estabelecida.

**SO<sub>2</sub>** - 1 ppm = 2.600 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**CO** - 1 ppm = 1.145 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

**O<sub>3</sub>** - 1 ppm = 2.000 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**NO<sub>2</sub>** - 1 ppm = 1.880 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

A gestão da qualidade do ar na RMC e no estado é responsabilidade do Instituto Ambiental do Paraná – IAP e está amparada pela Lei Estadual n.º 13.806 (30.09.2002) que dispõe sobre as atividades pertinentes deste órgão quanto ao controle e monitoramento da poluição atmosférica, padrões e índices de qualidade do ar. (IAP, 2002)

Os padrões de qualidade do ar paranaenses e nacionais são os mesmos e foram estabelecidos pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos por meio da Resolução SEMA n.º 41/02, Lei Estadual n.º 13.806/02, Portaria Normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente – IBAMA n.º 384, de 14.03.90 e Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA n.º 03/90. Este conjunto de leis determina padrões primários e secundários de qualidade do ar para poluentes que, em razão da frequência de ocorrência e de seus efeitos adversos, são indicadores da qualidade do ar. (IAP, 2002)

Os poluentes determinados para monitoramento sistemático são: PTS, Fumaça, PI ( $MP_{10}$ ),  $SO_2$ , CO,  $O_3$  e  $NO_2$ . (IAP, 2002)

A Resolução SEMA n.º 41/02 e a Resolução CONAMA n.º 03/90 regulamentam os padrões e os respectivos tempos de amostragem. Com exceção do  $O_3$ , há padrões de curto prazo (horas) e de longo prazo. Os padrões de curto prazo consideram os efeitos irritantes e agudos dos poluentes; os efeitos acumuladores e crônicos são considerados pelos padrões de longo prazo. (IAP, 2002)

Algumas condições de referência devem ser consideradas no estabelecimento de normas e padrões de qualidade do ar. Entre elas podem ser indicadas: a exposição a diferentes fontes de emissão de poluentes; as diferenças na composição dos poluentes atmosféricos, assim como os efeitos sinérgicos da ação conjunta dos contaminantes; as condições geográficas e climáticas; as diferenças de estilos de vida que afetam a exposição aos poluentes atmosféricos; o estado nutricional da população; a acessibilidade geográfica ao atendimento médico-hospitalar; a estrutura etária e as diferenças na conscientização da população sobre poluição atmosférica e seus efeitos.

Os padrões primários e secundários que vigoram no estado do Paraná e os poluentes atmosféricos previstos em legislação que devem ser monitorados, assim como os tempos de amostragem, são apresentados na TABELA 7.

**TABELA 7 – PADRÕES PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS DOS POLUENTES ATMOSFÉRICOS, BRASIL - RESOLUÇÃO CONAMA 03/90**

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{1)}$	Padrão secundário $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{1)}$
PTS	24 horas	240 <sup>3)</sup>	150 <sup>3)</sup>
	1 ano <sup>2)</sup>	80	60
Fumaça	24 horas	150 <sup>3)</sup>	100 <sup>3)</sup>
	1 ano <sup>2)</sup>	60	40
PI	24 horas	150 <sup>3)</sup>	150 <sup>3)</sup>
	1 ano <sup>2)</sup>	50	50
SO <sub>2</sub>	24 horas	365 <sup>3)</sup>	100 <sup>3)</sup>
	1 ano <sup>2)</sup>	80	40
CO	1 hora	40.000 <sup>3)</sup> (35 ppm)	40.000 <sup>3)</sup>
	8 horas	10.000 <sup>3)</sup> (9 ppm)	10.000 <sup>3)</sup>
O <sub>3</sub>	1 hora	160 <sup>3)</sup>	160 <sup>3)</sup>
NO <sub>2</sub>	1 hora	320	190
	1 ano <sup>2)</sup>	100	100

FONTE: IAP, 2002, p. 12

Notas:

1) Ficam definidas como condições de referência a temperatura de 25°C e a pressão de 101, 32kPa.

2) Média geométrica para PTS; para as restantes substâncias as médias são aritméticas.

3) Não pode ser excedida mais de uma vez por ano.

A Lei estadual 13.806/02, no artigo 31, estabelece o padrão que deve ser aplicado de acordo com a classe em que se enquadra uma área, centro urbano ou outra localidade. É prerrogativa do Estado a definição das áreas Classe I, II e III, quais sejam,

- Classe I – Áreas de preservação, parques e Unidades de Conservação, excetuadas nestas as áreas de Proteção Ambiental, onde deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica.
- Classe II – Áreas de Proteção Ambiental e outras áreas que não se enquadram nas classes 1 e 3, onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade.
- Classe III – Áreas urbanas das regiões metropolitanas de Curitiba, Londrina, Maringá, de municípios com população acima de 50.000 habitantes ou com áreas definidas como industriais, onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão primário de qualidade. (SEMA, 2002, Lei n. 13.806, art. 31)

A regulamentação da qualidade do ar está relacionada à formação de extensas manchas urbanas que provocaram uma forte contribuição na elevação dos níveis de emissão atmosférica pelas fontes poluidoras, trazendo repercussões à saúde e ao bem-estar humano.

... a revolução industrial estimulou o crescimento urbano e o aumento do excedente agrícola, criando uma demanda pela urbanização e esta uma demanda por transportes cada vez mais eficientes para alcançar regiões mais distantes. (...) ... esse desenvolvimento industrial trouxe consigo novas formas de trabalhar as matérias-primas, novas formas de produção e essas atividades, ao gerarem desenvolvimento com a criação de novos tipos de trabalho e expansão das áreas urbanas, geraram também impactos no meio ambiente, pois se acabava introduzindo elementos que combinados em reações químicas, produzem efeitos nocivos a esse meio, como monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio, hidrocarbonetos e oxidantes fotoquímicos, matéria particulada em suspensão, ozônio, dióxido de enxofre e chumbo. Todos esses elementos afetam o sistema respiratório e cardiovascular e os efeitos variam com o tempo de exposição e a composição do ar. (BRUNA; PIRRÓ, 2004, p. 389)

Assim, o monitoramento da qualidade do ar é um importante instrumento de gestão ambiental, na medida em que determina e estabelece padrões de emissão para as fontes fixas e móveis, limitando o lançamento na atmosfera de matéria sólida, líquida, gasosa ou de energia que cause ou possa causar poluição atmosférica.

A contribuição na limitação da emissão dos poluentes será ainda mais efetiva quando a rede de estações de monitoramento é projetada e distribuída considerando as características geoecológicas do sítio urbano, uso do solo, atributos urbanos, edificações; e, particularmente, na identificação da principal fonte emissora da cidade (localização, gênero e número de indústrias e/ou tamanho da frota de veículos automotores), assim como as substâncias produzidas e o local onde a população permanece e transita por mais tempo. A rede de estações de monitoramento deve possibilitar análises e conclusões com relação à qualidade do ar, a partir da quantificação de dados representativos da composição atmosférica de um determinado tempo-espço. Neste sentido, pode-se afirmar que a rede de estações de monitoramento deve ser constantemente avaliada quanto ao cumprimento de seus objetivos em face do número de estações e seus locais de instalação, em decorrência da dinâmica populacional e socioeconômica da cidade, região metropolitana ou aglomeração urbana para a qual foi planejada. Papel destacado tem o Estado, em seus diferentes níveis, quanto à exigência no cumprimento das normas e legislações ambientais vigentes por parte dos



empreendimentos ou atividades poluidoras do ar através da fiscalização e do monitoramento efetivamente realizado pelos órgãos ambientais competentes. (SAMPAIO SILVA, 2001; BRANDÃO, 2004)

Cabe destacar que o local onde a estação de monitoramento é instalada pode interferir na representatividade dos dados. “As estações da rede de monitoramento da qualidade do ar da Cetesb localizam-se em áreas vegetadas (praças, escolas, prefeituras), que amenizam os dados registrados de poluição do ar.” (SAMPAIO SILVA, 2001, p. 153) Outro aspecto importante é o número de estações de monitoramento. De acordo com o IAP (2002), para a RMC, o número de estações de monitoramento para Fumaça, CO, PTS e PI é insuficiente para cada categoria de área (bairro, industrial e centro), refletindo no fornecimento de informações representativas quanto aos níveis de concentração dos poluentes, de maneira a permitir políticas e estratégias que visem à proteção da saúde humana.

O estabelecimento de padrões de emissões atmosféricas para as fontes fixas no estado do Paraná foi regulamentado pela Resolução SEMA n°. 041 em dezembro de 2002, fixando e determinando, também, o automonitoramento das fontes potencialmente poluidoras indicadas na resolução, considerando também a atividade e/ou o poluente emitido. Os padrões de emissão atmosférica devem ser atendidos no prazo máximo de cinco anos pelos empreendimentos regularmente implantados à data de início de vigência da resolução, isto é, a partir da sua publicação no Diário Oficial do Estado. (SEMA, 2002; IAP, 2004)

De acordo com a Resolução n°. 041/02, os empreendimentos classificados como de porte grande e excepcional ficam obrigados a apresentar ao IAP, para aprovação e acompanhamento, o Relatório de Automonitoramento de Emissões Atmosféricas, baseado em um Programa de Automonitoramento de Emissões Atmosféricas. Os objetivos do Programa e do Relatório de Automonitoramento são evitar, minimizar, controlar e monitorar as emissões dos poluentes atmosféricos.

O Programa e o Relatório de Automonitoramento devem contemplar, no mínimo:

a) Programa de Automonitoramento:

- Parâmetros a serem avaliados;
- Frequência de amostragem;
- Metodologia de amostragem e de análise;
- Responsável técnico com a devida ART;
- Frequência de apresentação do Relatório de Automonitoramento.

b) Relatório de Automonitoramento:

- parâmetros a serem avaliados;
- frequência de amostragem;
- data e duração de amostragem;
- condições de operação durante a amostragem;
- metodologia de amostragem e de análise;
- interpretação e avaliação dos resultados;
- planilha dos resultados de amostragem;
- identificação de melhorias necessárias;
- medidas adotadas visando as melhorias e seu prazo para implementação;
- responsável técnico com a devida ART;
- instituições responsáveis pelas amostragens;
- manutenção das fontes e equipamentos de controle de emissões;
- relato e avaliação de episódios excepcionais.

O prazo para entrega do Programa de Automonitoramento das Emissões Atmosféricas para as fontes fixas está previsto para encerrar em dezembro de 2007, de acordo com as últimas informações do IAP.

Em âmbito nacional, o governo federal criou o programa Vigilância em Saúde Ambiental – VIGIAR relacionada à contaminação do ar, em implantação pela Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, que tem como objetivo principal entender, minimizar e prevenir os agravos à saúde decorrentes da poluição atmosférica, procurando atender às demandas estabelecidas pelos protocolos internacionais. O modelo de atuação do VIGIAR foi definido com base nas diretrizes do Sistema Único de Saúde – SUS, estabelecidas na Constituição Federal de 1988 e regulamentadas pela Lei nº 8.080 de 19 de setembro de 1990. Consideram-se princípios básicos do programa: integralidade; igualdade; equidade; divulgação de informações à população; utilização da epidemiologia e avaliação de risco para o estabelecimento de prioridades e alocação de recursos; orientação programática e participação da comunidade. (MS, 2005)

As áreas prioritárias de atuação do programa VIGIAR referem-se àquelas onde as populações estejam expostas aos poluentes atmosféricos de diferentes fontes de emissão, são portanto: as regiões metropolitanas; os centros industriais; as áreas sob impacto de mineração; as áreas de influência de queimadas e de incêndios florestais. (MS, 2005)

## 2.4 OS POLUENTES ATMOSFÉRICOS EM ESTUDO – SO<sub>2</sub> E MP

### **Dióxido de enxofre – SO<sub>2</sub>**

É um gás incolor, estável e não-inflamável que resulta da queima de combustíveis de origem fóssil, especialmente o óleo diesel, de larga utilização em veículos automotores, e principalmente o óleo combustível utilizado nas termoelétricas e instalações industriais. O enxofre contido no combustível, durante a combustão, se oxida para SO<sub>2</sub>. “As quantidades de enxofre contidas nos combustíveis fósseis mais comuns são: carvão, 0,1% a 6%; óleo residual, 0,75% a 3%; gasolina, cerca de 0,04%, e diesel, cerca de 0,22%.” (CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003, p. 53) Uma das principais fontes fixas desse poluente são as refinarias de petróleo e a metalurgia de minerais metálicos. O setor de transporte é responsável por emissões que variam entre 2% e 6% em níveis mundiais. Portanto, um gás comum em áreas industriais.

Este poluente tem um tempo de vida de 2 a 6 dias, atingindo até 4.000 km de distância de sua fonte de emissão. A sua presença na atmosfera, em níveis mundiais, resulta: 61% da queima de carvão; 25% da queima de óleo combustível e diesel (caldeiras industriais); 10% da fusão de minério de sulfeto de cobre e 1,5% da fusão de sulfeto de zinco e chumbo. A dispersão depende das condições climáticas, topográficas e de chaminés elevadas para aumentar a possibilidade de maior dispersão desse poluente na atmosfera. No entanto, se o nível de turbulência for baixo, uma pluma de gases irá deslocar-se por centenas de quilômetros antes de se dispersar. Níveis mais elevados de MP, NO<sub>2</sub> e SO<sub>2</sub> estão associados às inversões térmicas. (GOMES, 2002; CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003)

O SO<sub>2</sub> na atmosfera pode transformar-se em SO<sub>3</sub> e estes, em ambientes de alta umidade, em ácido sulfuroso (H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) e ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Associados ao ácido nítrico são depositados no solo, águas e plantas, provocando a deterioração de diversos materiais, acidificação de corpos d'água, solo e destruição de florestas. (CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003; BRANCO; MURGEL, 2004)

Os derivados mais comuns do SO<sub>2</sub> – aerossóis ácidos – são o sulfato (SO<sub>4</sub>) e o bissulfato (HSO<sub>4</sub>), presentes na atmosfera e dissolvidos nas gotas de água, mas é o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o aerossol ácido mais irritante para o trato respiratório e, juntamente com os sais de amônia constituem a maior parte das PI ou MP<sub>10</sub>. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002)

O  $\text{SO}_2$  e o  $\text{NO}_x$  são os poluentes formadores da chuva ácida ou deposição ácida, que pode ser úmida (chuva, neblina e neve ácidas) ou seca (gases ácidos e partículas). Cerca de 50% do material ácido presente na atmosfera deposita-se no solo, na superfície de calçadas, ruas, árvores, telhados de casas e edifícios por deposição seca. “Os produtos dessa deposição seca também podem ser lavados dessas superfícies por água de chuva. Quando isso acontece, a água resultante do processo possuirá uma acidez ainda maior do que a água da chuva.” (CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003, p. 59)

De acordo com dados da *United Nations Environment Programme – UNEP*, 1991, as estimativas de emissões mundiais de  $\text{SO}_2$  representam 294 milhões de toneladas anuais, sendo 160 milhões de toneladas produzidas por fontes antropogênicas. Deste valor, cerca de 90% das fontes de emissão deste poluente estão localizadas no hemisfério norte, especialmente nos Estados Unidos e nos países que compõem a Comunidade dos Estados Independentes - CEI. (LACTEC, 2004a)

O  $\text{SO}_2$  pode ser identificado pelo gosto, em concentrações de  $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e pelo olfato, a concentrações superiores a  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tem seus efeitos nocivos à saúde relacionados a sua solubilidade; ao ser inalado, o gás é absorvido nas passagens úmidas das vias áreas superiores produzindo irritações e, em decorrência, “um aumento da resistência à passagem do ar e aumento da produção de muco. Existem evidências de que o dióxido de enxofre agrava as doenças respiratórias preexistentes e também contribui para seu desenvolvimento”. (DERISIO, 2000, p. 101) Assim, a exposição a esse poluente aumenta o esforço necessário à respiração, além de estimular hipersecreção das mucosas; a longo prazo, provoca aumento da tosse e expectoração, tendo efeito broncoconstritor potente em doentes asmáticos. (DERISIO, 2000; GOMES, 2002)

Em concentrações baixas, o  $\text{SO}_2$  provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares; em concentrações altas, inflamações graves nas mucosas. A exposição crônica ocasiona a redução significativa dos movimentos dos cílios (sistema mucociliar) responsáveis por expelir substâncias estranhas das vias respiratórias. Todos esses sintomas são agravados pelas temperaturas baixas, influenciando a função dos pulmões e das vias respiratórias. (BRANCO; MURGEL, 2004)

Os níveis de SO<sub>2</sub> associados ao MP estão relacionados a uma maior mortalidade e morbidade, especialmente por asma brônquica e bronquite crônica, além de agravar as doenças respiratórias preexistentes e provocar irritação do sistema respiratório, tosse, sensação de falta de ar, respiração curta, rinofaringites, diminuição da resistência orgânica às infecções e enfisema pulmonar. O SO<sub>2</sub> e o MP estão relacionados também às doenças cardiovasculares preexistentes, especialmente em idosos. O aumento da morbidade cardiovascular está associado às exposições prolongadas a baixas concentrações desses poluentes. (DERISIO, 2000; GOMES, 2002)

Já se observou que, em algumas áreas metropolitanas, a concentração de SO<sub>2</sub> é da ordem de 1 ppm, e a exposição a esses níveis de concentração acarreta constrição das vias no pulmão. Na presença de partículas, a irritação é muito maior. A exposição contínua (cerca de 24 horas) ao nível de SO<sub>2</sub> acima de 500 µg.m<sup>-3</sup> afeta agudamente as pessoas que sofrem de asma ou bronquite se o nível de fuligem estiver em torno de 250 µg.m<sup>-3</sup>. Valores acima de 750 µg.m<sup>-3</sup>, tanto para o SO<sub>2</sub> como para fuligem, podem levar o ser humano à morte. (CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003, p. 60)

O controle e redução das emissões de SO<sub>2</sub> e o uso de combustíveis com menor teor de enxofre são possíveis por meio de processos de dessulfurização dos gases de combustão (dessulfurização dos produtos de queima), pelo emprego de processos e técnicas que retiram o enxofre do combustível antes da combustão (dessulfurização do combustível) e, ainda, por uso de material absorvente que reduz o SO<sub>2</sub> durante o processo de combustão. Dos três processos, a dessulfurização dos gases ou produtos liberados pela combustão é o mais empregado. A dessulfurização do carvão (dessulfurização do combustível) é uma técnica que aumenta o custo de produção de uma planta industrial; no entanto, tem se destacado por possibilitar a redução pela metade na emissão de SO<sub>2</sub>, sem alterar o processo industrial. A dessulfurização do óleo residual (dessulfurização do combustível) pode ser executada na própria refinaria, mas, dependendo do mercado, o custo do processo torna-se muito alto e o preço do combustível deixa de ser competitivo. O uso de material absorvente para reduzir o SO<sub>2</sub> do combustível consiste na mudança e no controle eficiente e preciso do processo de queima, que depende de queimadores/combustor especialmente projetados, trazendo implicações para o custo de produção. (CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003)

No Brasil, o uso de gás natural em processos industriais tem sido estimulado por representar o cenário mais adequado para baixas emissões de SO<sub>2</sub>, possibilitando, desta maneira, que venha a responder por 12% da matriz energética nacional em 2010. (CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003)

### **Material particulado – MP**

Sob a denominação de Material Particulado são agregados os poluentes fumaça, partículas inaláveis, partículas em suspensão e material particulado total. Representam um conjunto constituído de poeira, fuligem, fumaça, neblina, pólen e aerossol, materiais em estado sólido ou líquido presentes na atmosfera. Em função do tamanho, podem permanecer suspensos na atmosfera por tempo variado. (SANTOS; CÂMARA, 2002; CETESB, 2004)

O MP tem tamanho, características físico-químicas, comportamento aerodinâmico e mecanismos de formação e/ou fontes diversos.

BRANCO e MURGEL (2004) denominam de aerossóis as substâncias líquidas que se mantêm em suspensão no ar, como gotículas de água de nuvens e nevoeiros. Este material tem origem industrial e também está associado a processos de combustão, podendo conter partículas de carbono, substâncias tóxicas ou microorganismos patogênicos. Os aerossóis são definidos por BRAGA, PEREIRA e SALDIVA (2002, s. p.) como “uma estável mistura de partículas suspensas em um gás”.

A EPA denomina de partículas inaláveis aquelas menores ou iguais a 10 µm de diâmetro. A determinação do seu controle “se baseou no fato de que estas são as partículas que podem atingir as vias respiratórias inferiores, e não sua composição química.” (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

A Cetesb (2004) emprega as denominações partículas inaláveis para o material particulado de diâmetro equivalente a 10 µm (MP<sub>10</sub>) e partículas inaláveis finas, para o diâmetro equivalente a 2,5 µm (MP<sub>2,5</sub>). Essas denominações e diâmetros também são empregados pelo IAP no controle e monitoramento no estado do Paraná e na RMC.

Para DERISIO (2000), PTS são partículas com tamanho aerodinâmico equivalente e inferior ao diâmetro de 100 µm e material particulado inalável ou partículas inaláveis, com diâmetro equivalente e inferior a 10 µm.

BRAGA, PEREIRA e SALDIVA (2002) apresentam uma classificação do MP, considerando o tamanho, o processo de formação e a composição química:

- Em geral, as partículas podem ser divididas em dois grupos:
- Partículas grandes, com diâmetro entre 2,5 e 30  $\mu\text{m}$  de diâmetro, também chamadas “tipo grosseiro” (coarse mode), de combustões descontroladas, dispersão mecânica do solo ou outros materiais da crosta terrestre, que apresentam características básicas, contendo silício, titânio, alumínio, ferro, sódio e cloro. Pólenes e esporos, materiais biológicos, também se encontram nesta faixa;
  - Partículas derivadas da combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, incineradores e termoelétricas, em geral, são de menor tamanho, apresentando diâmetro menor que 2,5  $\mu\text{m}$  (fine mode) e têm maior acidez, podendo atingir as porções mais inferiores do trato respiratório, prejudicando as trocas gasosas. Entre seus principais componentes temos carbono, chumbo, vanádio, bromo e os óxidos de enxofre e nitrogênio, que na forma de aerossóis são a maior fração das partículas finas. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

CARVALHO Jr. e LACAVA (2003) classificam o MP em função do seu comportamento aerodinâmico na atmosfera e diâmetro de 0,001 a 500  $\mu\text{m}$ . Mas consideram que a maioria das partículas presentes na atmosfera tem diâmetro que varia entre 0,1 a 10  $\mu\text{m}$ . “Partículas muito pequenas movem-se aleatoriamente como moléculas de gás e, na prática, não se depositam no solo, permanecendo na atmosfera durante períodos indefinidos de tempo.” (CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003, p. 21) Porém, partículas maiores permanecem pouco tempo na atmosfera e depositam-se rapidamente no solo. O comportamento e as características do MP, de acordo com o diâmetro são definidos por CARVALHO Jr. e LACAVA (2003) e apresentados na TABELA 8.

**TABELA 8 – CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL PARTICULADO**

<b>Tamanho</b>	<b>Velocidade de deposição</b>	<b>Características do movimento</b>
< 0,1 $\mu\text{m}$	$4 \times 10^{-5} \text{ cm.s}^{-1}$ a 0,1 $\mu\text{m}$	Movimento aleatório, similar ao de moléculas de gás
0,1 – 20 $\mu\text{m}$	$4 \times 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1}$ a 1 $\mu\text{m}$	Partículas seguem o movimento do gás no qual se encontram
> 20 $\mu\text{m}$	$30 \text{ cm.s}^{-1}$ a 100 $\mu\text{m}$	Partículas depositam-se facilmente

FONTE: CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003, p. 22

CARVALHO Jr. e LACAVA (2003) definem como fuligem o material particulado cuja origem está associada ao processo de combustão, às reações de craqueamento dos hidrocarbonetos, possuindo tamanho inferior a  $0,1\ \mu\text{m}$ .

A classificação proposta por GOMES (2002) guarda relação com a dos autores citados anteriormente, pois considera o comportamento aerodinâmico do MP em função do diâmetro, porém enfatiza que tais características são potencializadas pela sua composição química. Conforme GOMES (2002, p. 264), “as partículas de materiais mais solúveis depositam-se no pulmão e entram na corrente sanguínea, podendo atingir outros órgãos, enquanto as menos solúveis se depositam e vão causar lesões epiteliais e actuar sobre receptores vários.” DERISIO (2000) e GOMES (2002) destacam a capacidade do MP de aumentar os efeitos à saúde quando associado a outros poluentes presentes na atmosfera: “os efeitos de uma mistura de material particulado e dióxido de enxofre, por exemplo, são mais acentuados que a presença isolada de cada um deles.” (DERISIO, 2000, p. 101)

GOMES (2002) classifica o MP considerando o diâmetro da partícula, o local de deposição no sistema respiratório e o processo físico associado a essa deposição, assim como os efeitos à saúde e ao ambiente:

- aerossóis ou partículas inaláveis ultrafinas –  $0,01$  a  $0,1\ \mu\text{m}$  de diâmetro. A penetração nas vias aéreas de partículas menores que  $0,5\ \mu\text{m}$  é inferior a 20%; a deposição ocorre por difusão sobretudo na região alveolar, e está relacionada principalmente com a mortalidade e morbidade por doenças cardiovasculares. No ar reduz a visibilidade e aumenta sua acidez.
- partículas inaláveis finas –  $0,1$  a  $2,5\ \mu\text{m}$  de diâmetro. A sua deposição na árvore brônquica e nas porções vizinhas às trocas gasosas, alvéolos pulmonares, ocorre pela ação da gravidade. Essas partículas se depositam nos alvéolos pulmonares e estão associadas ao aumento da mortalidade e morbidade cardio-respiratória e efeitos adversos ao sistema respiratório.
- $\text{MP}_{10}$  – partículas Inaláveis de tamanho equivalente inferior a  $10\ \mu\text{m}$  de diâmetro. Depositam-se essencialmente nos brônquios principais, na árvore traqueobrônquica e vias aéreas superiores por impacto, podendo atingir os alvéolos pulmonares. Segundo a EPA, o  $\text{MP}_{10}$  constitui um risco acrescido para os doentes de asma, provocando a exacerbação



dos sintomas e agrava os efeitos de outros poluentes. O  $MP_{10}$  pode conter endotoxinas e partículas biológicas.

Ao identificar o local ou região de deposição do MP, em função do seu diâmetro, GOMES (2002, p. 264) tem como objetivo principal avaliar a maneira como este poluente pode vir a “interferir nos mecanismos de limpeza do pulmão ou depositar-se no pulmão profundo e, eventualmente, contribuir para o desenvolvimento da DPOC, enfisema ou cancro do pulmão se a exposição se mantiver durante anos.”

Para avaliar as repercussões à saúde do MP é necessário, portanto, considerar a composição química, identificando a origem e os mecanismos de formação e, é claro, seu nível de concentração. Apenas desta maneira se torna possível o estabelecimento de metas de gerenciamento, para que sejam tomadas ações visando ao controle das fontes de emissão.

Entre os sintomas relacionados à inalação do MP estão as alergias, a asma e a bronquite crônica, a irritação nos olhos e na garganta e a redução da resistência às infecções. Partículas mais grossas ficam retidas no nariz e na garganta, provocando incômodo e irritação, além de facilitar que doenças como gripe se instalem no organismo. Poeiras mais finas podem causar danos ao aparelho respiratório e carregar outros poluentes para os alvéolos pulmonares, provocando efeitos crônicos. (GOMES, 2002) Para a toxicologia experimental, as partículas inaláveis finas ( $MP_{2,5}$ ) e ultrafinas (sulfatos, nitratos e ácidos) são aquelas que provocam mais efeitos adversos ao sistema respiratório, pois penetram profundamente no trato pulmonar, causando inflamações. (LACTEC, 2004b, p. 196)

Estudo realizado em São Paulo, no período de 1980-1989, associou custos de saúde e poluição do ar, correlacionando taxas de mortalidade por DR's, parâmetros meteorológicos (umidade e temperatura), concentração de MP, de  $SO_2$  e dados socioeconômicos. Os resultados demonstraram que uma variação de  $10 \mu g/m^3$  na concentração de MP implica uma variação média de 1,24% na taxa de mortalidade por DR's. A redução em 44% dos níveis de MP em São Paulo, que representaria o padrão primário de  $50 \mu g/m^3$ , poderia evitar a morte de 6,4% dos pacientes por DR's em 1991. (LACTEC, 2004b, p. 198)

Os efeitos do  $MP_{10}$  à saúde têm associado, para as cidades da América Latina, um incremento de  $10 \mu g/m^3$  deste poluente ao aumento diário de 0,5 a 1,5% na mortalidade. Quanto às causas de mortalidade, estima-se um incremento de 0,8% a 1,8% por problemas cardiovasculares e 1,5% e 3,7% por doenças

respiratórias na proporção acima citada do MP. Estudos de longo prazo ou por exposição crônica têm encontrado associação positiva entre o MP (especialmente as partículas finas) e a mortalidade total, com valores estimados entre 2% e 9%. Em dois estudos prospectivos, envolvendo adultos em 151 cidades latino-americanas, foi apontado um risco de mortalidade de 15 a 25% maior naquelas que apresentavam níveis mais elevados de partículas finas. Os resultados indicam que um incremento “promedio de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en la exposición a las  $\text{PM}_{10}$  se asoció con un incremento de 3% o más en la mortalidad diaria. Se observo la asociación más fuerte com la enfermedad cardiopulmonar y las muertes por cáncer pulmonar.” (LACTEC, 2004b, p. 191)

Quanto à morbidade por doenças respiratórias e o MP, há associação significativa entre o número de admissões hospitalares e atendimentos de urgência e os níveis de concentração de  $\text{MP}_{10}$  do dia ou de um a dois dias anteriores ao atendimento do paciente, fato que possibilita avaliar os tipos e o incremento dos sintomas respiratórios e o nível da função pulmonar. Associados ao incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{MP}_{10}$  estão o aumento de 1 a 4% nas admissões hospitalares e atendimentos de urgência por DR's e incremento dos sintomas respiratórios de 1 a 10%. Contudo, a redução em cerca de 7% da função pulmonar está associada aos locais onde os níveis deste poluente excedem  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para 24 horas. Entre as DR's associadas ao incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de  $\text{MP}_{10}$  estão a bronquite crônica e a tosse crônica (de 10 a 25%), a exacerbação dos sintomas nos doentes asmáticos, assim como o enfisema. (LACTEC, 2004b, p. 192)

Os estudos desenvolvidos no Chile e no México sobre a relação contaminação do ar por MP e efeitos sobre a saúde – como sintomas, funções respiratórias e mortalidade em crianças e adultos – indicaram um aumento de 0,6% na mortalidade diária para o incremento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para os dois países. Os estudos com crianças asmáticas desenvolvidos no México indicaram um incremento nos sintomas respiratórios e redução da função pulmonar associados à exposição ao  $\text{MP}_{10}$ . “Los resultados sugieren que un aumento de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{PM}_{10}$  se asocia a un incremento de 4% en sintomas de las vias respiratorias bajas y a un descenso de 0,35% en la tasa del flujo expiratorio máximo.” (LACTEC, 2004b, p. 196)

Quanto aos processos que dão origem ao MP, em geral este resulta da queima incompleta de combustíveis e de seus aditivos, especialmente pelos veículos movidos a óleo diesel, do desgaste de pneus e freios, de fábricas de cimento, dos

resíduos de processos industriais que utilizam material granulado; ramos da indústria química, como as indústrias de fertilizantes; termoelétricas, siderúrgicas, queimadas, ressuspensão de poeira depositada nas ruas e de obras viárias que movimentam terra e areia. Essas fontes ou mecanismos de formação introduzem na atmosfera partículas tóxicas ou inertes, partículas que podem carregar hidrocarbonetos, com propriedades carcinogênicas, e metais, como o chumbo. (DERISIO, 2000; GOMES, 2002) O material particulado domiciliar foi mapeado por meio de monitores colocados do lado externo e interno das residências. Com isso, foi possível inferir que “aproximadamente 50% do particulado no interior das casas é proveniente do ambiente externo. O restante tem origem no fumo, fogão a gás e de origem indeterminada.” (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

O  $MP_{10}$  ou aerossol secundário também é formado na atmosfera a partir do  $MP_{10}$  primário, podendo conter sulfato, amônia, nitrato, sódio, cloreto, traços de metal, material carbonáceo, material da composição da superfície terrestre e água. (DERISIO, 2000; GOMES, 2002; CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003)

Entre os efeitos do MP na atmosfera, pode ser citada a redução da visibilidade, fato que exerce influência nos níveis de radiação solar que atingem o solo, alterando a temperatura; pode também provocar contaminação das superfícies devido a sua composição química e, com isso, alterar o crescimento das plantas. Além destes efeitos, o  $MP_{10}$  atua como núcleo de condensação de nuvens; quanto menor o tamanho das partículas, maior o número de gotas formadas e menor o seu tamanho. (DERISIO, 2000; SANTOS; CÂMARA, 2002; CARVALHO Jr.; LACAVA, 2003)

#### 2.4.1 A Repercussão dos poluentes $SO_2$ e MP à Saúde

A Epidemiologia e a Geografia da Saúde têm identificado e analisado os efeitos da poluição atmosférica na saúde humana, por meio da distribuição e prevalência das taxas de morbidade e mortalidade na população e fatores associados. A partir dessas análises, comprovou os efeitos nocivos dos poluentes atmosféricos, mesmo abaixo dos padrões estabelecidos em legislação, assim como evidenciou a gravidade quando ultrapassam os limites permitidos.

Segundo a OMS (2000), a poluição atmosférica em centros urbanos contribui para o surgimento e/ou agravamento de doenças respiratórias e mortes prematuras. Representa um alto custo social, pois envolve gastos no tratamento, maior utilização de medicamentos, maior número de consultas e internações hospitalares, perda de horas de trabalho, redução da produtividade, estando associada, inclusive, a dificuldades de aprendizado.

- Estudos realizados em São Paulo, indicaram que um aumento de 30% no número de mortes em função de doenças respiratórias em crianças menores de 5 anos, poderia ser relacionado a uma elevação de 75 mg/m<sup>3</sup> na concentração de dióxido de nitrogênio.
- Também em São Paulo, estudo desenvolvido pela Secretaria de Estado da Saúde, em parceria com a Universidade de São Paulo e com a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), mostrou que 10% das internações por doenças respiratórias na infância e 9% das mortes em idosos estão relacionadas com elevadas concentrações atmosféricas de material particulado.
- O número estimado de mortes causadas por problemas decorrentes da poluição atmosférica no mundo é de cerca de 3 milhões. Este valor representa 5% do total de 55 milhões de mortes que ocorrem anualmente no mundo.
- Em algumas populações, cerca de 30 a 40% dos casos de asma e 20 a 30% de todas as doenças respiratórias podem ser relacionadas à poluição atmosférica.
- Em algumas populações, uma redução de 20% na poluição do ar em ambientes fechados pode reduzir os índices de mortalidade, em função de infecções respiratórias agudas, em pelo menos 4 a 8%. (SANTOS; CÂMARA, 2002, p. 110)

Os efeitos à saúde humana ocorrem quando a exposição aos poluentes se faz de forma crônica – por um longo período de tempo, até mesmo anos – e aguda, isto é, o receptor é exposto a elevados índices de concentração de poluentes em um período de tempo curto, horas ou dia, em episódios agudos de poluição atmosférica. (GOMES, 2002)

As repercussões à saúde, especialmente ao sistema respiratório, relacionam-se às suas próprias particularidades: seu funcionamento e mecanismos de defesa do organismo (por exemplo, espirro, tosse, sistema mucociliar e fagocitose). É nos alvéolos pulmonares que ocorre a troca de gases entre o sangue e o ar que está nos pulmões. Os alvéolos pulmonares são constituídos por uma membrana fina e semipermeável, que permite a passagem do oxigênio e outras substâncias. Em uma pessoa adulta os alvéolos pulmonares representam setenta metros quadrados. (SILVA; MENEZES, 2001; BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002; ROUQUAYROL; ALMEIDA F.º, 2003; BRANCO; MURGEL, 2004)

Antes de atingir os alvéolos pulmonares, o ar inspirado passa pelas vias aéreas superiores (nariz, traquéia e brônquios). Estas têm papel importante na medida em que o teor de umidade e a secreção em suas mucosas retêm alguns poluentes, especialmente parte dos particulados. Contudo, ao reter os poluentes, as vias aéreas superiores passam a apresentar infecções crônicas, efeitos irritantes locais e desconforto. O espirro, por exemplo, pode ser provocado por partículas grandes que não conseguem ultrapassar as narinas, onde acabam se depositando. As substâncias/poluentes podem ser expulsas para a boca, deglutidas e, no estômago, sofrem a ação do ácido clorídrico. (SILVA; MENEZES, 2001; BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002; ROUQUAYROL; ALMEIDA F.º, 2003; BRANCO; MURGEL, 2004)

Os poluentes que não são retidos nas vias aéreas superiores entram em contato com os alvéolos pulmonares e com o sangue, podendo ter efeitos sistêmicos pela absorção. Quando a partícula inalada apresenta compostos orgânicos de propriedades carcinogênicas, propriedades tóxicas e/ou possui capacidade de catalisar quimicamente poluentes, tornando estes ainda mais nocivos, a ação deletéria é distribuída pela circulação sangüínea a diferentes órgãos, atingindo a medula óssea, fígado e sistema nervoso central. (DERISIO, 2000; GOMES, 2002; BRANCO; MURGEL, 2004) Cabe lembrar que a exposição aos poluentes atmosféricos ocorre também pela ingestão e contato dérmico, mas a ênfase, neste trabalho é pela rota de inalação.

O documento *State of the Air: 2001*, elaborado pela *American Lung Association*, EUA, refere-se aos efeitos nocivos provocados pelos poluentes atmosféricos à saúde, de modo geral, e ao sistema respiratório, em particular. Esses efeitos nocivos foram mensurados para o período de um ano, nível mundial, e podem ser visualizados no QUADRO 7:

**QUADRO 7 - EFEITOS ANUAIS À SAÚDE PELA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

Para cada 75 mortes anuais causadas pela poluição há:	
⇒	265 internamentos por asma
⇒	240 internamentos por outras doenças respiratórias
⇒	3.500 idas aos SU [Serviços de Urgência]
⇒	180.000 exacerbações de asma
⇒	930.000 dias com restrições de actividade
⇒	2.000.000 dias com sintomas respiratórios agudos

FONTE: GOMES, 2002, p. 263

Os efeitos nocivos dos poluentes atmosféricos são mais críticos nas pessoas que já apresentam problemas respiratórios, alérgicos, afecções pulmonares, bronquites e asma, exercendo efeito irritante ou agravando seus quadros.

Nos estudos em epidemiologia desenvolvidos em diferentes capitais e cidades do mundo, a população infantil é a faixa etária mais amplamente citada na literatura acadêmica, em função de dois fatores principais: primeiro, a pequena influência do tabaco nos integrantes desta faixa etária; segundo, pela baixa exposição ao fator ocupacional. É confirmada a maior suscetibilidade aos poluentes atmosféricos, pois “alguns desses estudos mostram aumento de morbidade em ambientes com concentrações mínimas de poluentes, causando principalmente agravos em idosos e crianças.” (CASTRO; GOUVEIA; ESCAMILLA-CEJUDO, 2003, p. 136)

CASTRO, GOUVEIA e ESCAMILLA-CEJUDO (2003) afirmam ainda que os efeitos agudos em indivíduos saudáveis e naqueles portadores de doenças respiratórias e/ou cardiovasculares têm sido amplamente pesquisados. Em relação aos efeitos crônicos, o quadro não é satisfatório; no entanto, os autores apontam os seguintes efeitos à saúde pela exposição aos poluentes atmosféricos:

- Efeitos agudos e crônicos em pessoas saudáveis;
- Efeitos agudos e crônicos em crianças e idosos;
- Exacerbação de doença respiratória pré-existente;
- Exacerbação de doença cardíaca pré-existente;
- Fenômenos de hipersensibilidade brônquica não específica. (CASTRO; GOUVEIA; ESCAMILLA-CEJUDO, 2003, p. 136)

A população infantil, em face das características do seu sistema respiratório, metabolismo e crescimento, é particularmente suscetível aos efeitos da poluição atmosférica.

Em condições de repouso e equilíbrio térmico, um lactente consome 7ml/kg de oxigênio por minuto, contra 3,5 ml/kg de oxigênio por minuto para um adulto nas mesmas condições. O volume de ar que passa pelos pulmões de um lactente é, assim, duas vezes maior que o de um adulto em repouso, por unidade de peso corporal. Isso faz com que qualquer agente químico na atmosfera atinja duas vezes mais as vias respiratórias de uma criança entre uma semana e doze meses de idade, se comparadas às de um adulto no mesmo período de tempo. Quando a temperatura ambiente cai abaixo do nível do equilíbrio térmico, aumentam a velocidade do metabolismo e as necessidades de oxigênio nas crianças, que também necessitam de mais oxigênio devido ao choro. (DUCHIADE, 1992, p. 319-320)

A maior suscetibilidade de crianças e idosos aos poluentes atmosféricos é confirmada em pesquisas que demonstram associação significativa nas taxas de morbi-mortalidade por problemas respiratórios, com o incremento dos níveis de contaminantes. “Já entre os idosos, a poluição atmosférica tem sido associada a aumentos de morbidade (internações) e de mortalidade, tanto por doenças respiratórias quanto por doenças cardiovasculares.” (MARTINS et al., 2002, p. 89) Com relação à população infantil e adulta, esses autores indicam como efeitos: “faltas à escola, decréscimo da função pulmonar e nas taxas de *peak flow*<sup>12</sup> em crianças normais e aumento no uso de medicamentos por crianças ou adultos com asma; além disso, podem-se observar alterações no sistema imunológico de pessoas normais”. (MARTINS et al., 2002, p. 89)

O aumento da morbidade de idosos por doenças respiratórias e mortalidade por causas cardiovasculares está relacionado à ação conjunta dos poluentes, e não somente aos acréscimos nos níveis de poluentes atmosféricos. (MARTINS et al., 2002)

Entre os estudos que relacionam os poluentes atmosféricos às taxas de morbi-mortalidade, foram destacados aqueles que envolvem as faixas etárias e os poluentes desta pesquisa; portanto, a população infantil e idosa e os poluentes MP e SO<sub>2</sub>.

As variáveis meteorológicas, como a temperatura do ar, a umidade relativa, a precipitação, a direção e a velocidade dos ventos estão relacionadas aos níveis de concentração dos poluentes atmosféricos, assim como há evidências da influência das condições materiais de vida da população nas taxas de morbi-mortalidade por doenças respiratórias.

DUCHIADE (1992) cita uma série de estudos internacionais que indicam correlação significativa entre os poluentes atmosféricos e a saúde, entre os quais o inquérito desenvolvido por GERVOIS et al. em duas localidades industriais da França, durante os invernos de 1974-75. A pesquisa partiu da análise de pedidos de licença ou afastamento do trabalho de dois grupos com características socioeconômicas semelhantes. Os dois grupos apresentaram associações positivas entre os níveis de poluição atmosférica relativamente baixos e a incidência de problemas respiratórios agudos, como gripes, bronquites e resfriados.

---

<sup>12</sup> Fluxo expiratório

Na cidade de Hamilton, Ontário, Canadá, LEVY et al. encontraram associação positiva entre os níveis de SO<sub>2</sub> e as internações hospitalares de adultos por agravamento de doenças pulmonares crônicas e de crianças com IRAS. O estudo foi desenvolvido entre julho de 1970 e junho de 1971, e indicou existir correlação entre o número semanal de internações e o índice de poluição do ar. Outro aspecto a se destacar era o fato de o número de internações ser mais elevado nos hospitais mais próximos das indústrias siderúrgicas. (DUCHIADE, 1992)

De acordo com estudo realizado em São Paulo, em 1995, por SALDIVA et al., o aumento de 3% na mortalidade de pessoas acima de 65 anos está associado ao incremento de 10 µg/m<sup>3</sup> da média diária de PI. Já, de acordo com estudo desenvolvido na cidade do Rio de Janeiro, para o acréscimo de 10 µg/m<sup>3</sup> da média anual de PTS, há um aumento da mortalidade infantil por pneumonia de 2,2 casos em cada 10.000 pessoas. (DUCHIADE, 1992)

O estudo de coorte desenvolvido por DOUGLAS e WALLER, em 1966, é considerado pioneiro pelo período de investigação da população infantil: desde o nascimento até completarem 15 anos de idade, 3.866 crianças inglesas foram acompanhadas.

As áreas de residência foram agrupadas em quatro níveis distintos de poluição do ar (muito baixa, baixa, moderada e alta). (...) as IRAS baixas (tosse, bronquites, pneumonias lombares e broncopneumonias) foram até três vezes mais freqüentes nas crianças vivendo em áreas muito poluídas, em comparação às crianças moradoras em áreas rurais. (DUCHIADE, 1992, p. 320)

Entre os estudos nacionais, RIBEIRO, em trabalho publicado em 1971, desenvolveu sua pesquisa utilizando o número de atendimentos de crianças menores de 12 anos de idade nos postos de saúde de Santo André – SP. A autora indicou uma associação positiva entre as infecções das vias aéreas superiores – IVAS, a bronquite asmática e os índices mensais de sulfatação e poeiras em suspensão, nos dois anos do estudo (agosto de 1967 a agosto de 1969). Há correlação positiva significativa anual para a freqüência de IVAS e taxas médias anuais de sulfatos, como também para a incidência de bronquite e níveis de poeiras sedimentáveis. Os problemas respiratórios estavam associados positivamente aos percentuais de calmarias verificados no período. (DUCHIADE, 1992)



A influência das condições atmosféricas foi demonstrada nos estudos de ALTERTHUM et al., em 1975, com crianças em Santo André – SP. Tais estudos confirmaram a associação positiva entre a maior incidência de crises de asma brônquica e a concentração de material particulado devido às inversões térmicas. (DUCHIADE, 1992)

MENDES e WAKAMATSU desenvolveram estudo em São Caetano do Sul – SP, sobre os efeitos agudos de três episódios intensos de poluição atmosférica, ocorridos em junho de 1976. Por meio “da revisão de 8.000 atendimentos médicos feitos durante aquele mês, observou-se que os picos de morbidade coincidiram com os picos de poluição por partículas e SO<sub>2</sub> acima dos padrões internacionais.” (DUCHIADE, 1992, p. 323) Ocorreu, também, o incremento de atendimentos de doenças respiratórias e cardiovasculares; sendo a faixa etária mais afetada a população infantil, de um a quatro anos. (DUCHIADE, 1992)

O estudo desenvolvido por DAUMAS, MENDONÇA e LEÓN (2004), no município do Rio de Janeiro, correlacionou a poluição do ar (níveis médios diários de partículas totais em suspensão - PTS) e as contagens diárias de óbitos para dois grupos de causa, as doenças do aparelho circulatório – DAC e as doenças do aparelho respiratório – DAR. Os autores utilizaram a análise de séries temporais para os anos de 1990 a 1993 e modelos de regressão de Poisson para as informações relativas à mortalidade e PTS. Concluíram que “a mortalidade diária em idosos apresentou flutuação sazonal, com aumento nos meses mais frios para ambos os grupos de causa”, indicando a influência direta das baixas temperaturas. (DAUMAS; MENDONÇA; LEÓN, 2004, p. 116)

ZEM (2004) correlacionou a incidência de doenças respiratórias na população infantil (até 9 anos de idade) às temperaturas extremas do ar, umidade relativa e precipitação, no ano de 2000, na cidade de São José dos Pinhais - PR. O autor pôde inferir relação significativa entre os extremos climáticos e os atendimentos por doenças respiratórias no hospital municipal:

Dos trimestres considerados os mais frios do ano (2° e 3°), os maiores índices pluviométricos ocorreram no 3°. trimestre, (...) aliados às baixas temperaturas e à elevada umidade do ar, especialmente no período outono/inverno, podem ter sido as causas determinantes para a ocorrência do significativo número de IVAS. (ZEM, 2004, p. 120)

Associando as características demográficas e urbanas (infra-estrutura e equipamentos urbanos) aos aspectos socioeconômicos dos bairros do município (renda e submoradias em áreas de ocupação e/ou invasão, sujeitas a alagamentos), ZEM destaca que “foi possível perceber a relação entre a pobreza e a existência de um maior número de casos de IVAS. Em geral, os registros no hospital ocorreram entre a população mais carente moradora das mais diversas áreas do município.” (ZEM, 2004, p. 120)

BAKONYI (2003, 2004) desenvolveu pesquisa na cidade de Curitiba – PR, que objetivava identificar a correlação entre os níveis de poluentes atmosféricos e os atendimentos da população infantil por doenças respiratórias. A autora utilizou análise descritiva para o período de 1997 a 2000, e estudo ecológico de séries temporais para 1999 e 2000. A partir de três pontos amostrais eleitos na cidade de Curitiba, verificou a distribuição temporo-espacial das doenças respiratórias e poluentes do ar (MPT, Fumaça,  $\text{NO}_2$  e  $\text{O}_3$ ). Utilizando-se da análise descritiva e, por meio de abordagem anual, sazonal e mensal, identificou a região nordeste como aquela com os mais altos índices de poluição atmosférica e atendimentos por doenças respiratórias, mesmo sendo a área classificada como residencial. Para as séries temporais de 1999 e 2000, realizou análise de correlação de Pearson e regressão de Poisson – GAM, demonstrando associação positiva significativa entre os poluentes MPT, Fumaça e  $\text{NO}_2$  e as doenças respiratórias, mesmo com a inclusão das variáveis meteorológicas. Segundo a autora, “foi possível observar que as temperaturas incrementaram os efeitos da poluição do ar nos períodos de inverno para o MPT, Fumaça e  $\text{NO}_2$  e na primavera para a Fumaça e  $\text{O}_3$ .” (BAKONYI, 2003, p. 166) A investigação dos efeitos nocivos dos poluentes atmosféricos sobre a população infantil de Curitiba também demonstrou que “a regressão de Poisson possibilitou o cálculo do Risco Relativo existente para todos os poluentes aqui analisados.” (BAKONYI, 2003, p. 167) Os resultados sugerem que os poluentes atmosféricos provocam efeitos nocivos à saúde da população infantil, mesmo quando se encontram dentro dos parâmetros previstos em legislação específica.

Com o objetivo de investigar associação entre níveis de poluentes atmosféricos e a morbidade por pneumonia e gripe em idosos (65 anos ou mais) no município de São Paulo - SP, MARTINS et al. (2002) realizaram estudo ecológico de séries temporais para o período de 1º de maio de 1996 e 30 de setembro de 1998 (882 dias). Os dados diários de atendimentos por pneumonia e gripe foram obtidos

no pronto-socorro do hospital-escola de referência e os dados de poluentes ( $PM_{10}$ , CO,  $SO_2$ ,  $NO_2$  e  $O_3$ ) da Cetesb. Foram considerados os dados meteorológicos de temperatura mínima e de umidade relativa do ar (média diária), obtidos no Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG-USP). Entre os procedimentos metodológicos envolvidos no estudo estão: estatística descritiva, correlação de Pearson e modelos aditivos generalizados (MAG) semiparamétrico de regressão de Poisson. Os autores adotaram uma relação linear entre atendimentos e poluentes atmosféricos, temperaturas mínimas, médias da umidade relativa do ar e atendimentos por doenças não-respiratórias.

Devem ser destacados os seguintes aspectos e resultados desse estudo: “As manifestações biológicas dos efeitos da poluição sobre a saúde aparentemente apresentam um comportamento que mostra uma defasagem em relação à exposição do indivíduo aos agentes poluidores.” (MARTINS et al., 2002, p. 90) O número de atendimentos ocorridos em um dia pode estar relacionado aos níveis de concentração de poluentes verificados em dias anteriores.

Em um total de 13.163 pessoas atendidas no estudo acima indicado, 6% representavam atendimentos por pneumonia e gripe, seguidos em 5% por doença pulmonar obstrutiva crônica – DPOC. Quanto aos resultados, inferiu-se uma correlação significativa para os atendimentos por pneumonia e gripe em idosos para CO,  $SO_2$  e  $MP_{10}$ . Ao realizarem análises ajustadas pelas variáveis de controle, destacaram-se  $O_3$  e o  $SO_2$ , cujos efeitos não são independentes. O aumento dos níveis de  $O_3$  e de  $SO_2$  provocou um acréscimo de 14,51% e 8,07%, respectivamente, nos atendimentos por pneumonia e gripe em idosos. Quanto aos efeitos desses poluentes atmosféricos e os atendimentos por pneumonia e gripe, os autores afirmam que,

apesar de serem doenças infecciosas [pneumonia e gripe], poderiam estar associadas à poluição atmosférica, já que alguns componentes gasosos da poluição atmosférica ( $SO_2$ , por exemplo) possuem alta solubilidade e, portanto, têm uma alta taxa de absorção nas vias aéreas. Com isso podem causar um decréscimo no sistema imunológico do indivíduo, transformando-o em uma pessoa mais susceptível a infecções agudas. (...) O  $SO_2$  é o único poluente atmosférico que nunca ultrapassou os limites aceitáveis de qualidade do ar. Mesmo assim, ele esteve associado aos atendimentos por pneumonia e gripe em idosos. O  $SO_2$  é um conhecido irritante respiratório, que causa decréscimo da função pulmonar e afeta principalmente pessoas com doenças respiratórias prévias. O  $O_3$ , por sua vez, consegue atingir as partes mais profundas do pulmão, causando danos mais severos em pessoas com problemas respiratórios prévios (por exemplo, asma). (MARTINS et al., 2002, p. 92-93)

Os efeitos causados pela poluição do ar e o número de atendimentos por infecções das vias aéreas superiores, na cidade de São Paulo, foram analisados por MARTINS, LATORRE, SALDIVA e BRAGA (2001), em estudo ecológico de séries temporais, para os períodos de inverno com e sem rodízio de veículos, entre 1996 e 1998. Os autores puderam inferir que,

em 1998, os poluentes estavam em níveis de padrões aceitáveis, e o efeito do CO no número de atendimentos por IVAS<sup>13</sup> em idosos ainda foi significativo. No ano de 1996, quando o rodízio de veículos foi implantado durante um período muito curto (apenas 20 dias), todos os poluentes foram correlacionados às IVAS, porém o PM<sub>10</sub> teve um efeito independente. (MARTINS; LATORRE; SALDIVA; BRAGA, 2001, p. 228)

Os autores confirmam, neste estudo, discussões já apresentadas em outros trabalhos que, mesmo os poluentes atmosféricos estando abaixo dos padrões permitidos em legislação específica, continuam afetando a morbidade e mortalidade por problemas respiratórios.

A cidade de Volta Redonda - RJ, centro urbano de porte médio e importante pólo siderúrgico do estado do Rio de Janeiro, foi foco de estudo de PEITER e TOBAR (1998), que investigaram a correlação entre condições materiais de vida e o risco à saúde, devido aos níveis de concentração da poluição do ar. Identificaram “os grupos populacionais mais vulneráveis que, submetidos a condições ambientais críticas, sofrerão de forma mais aguda os efeitos da exposição aos poluentes.” (PEITER; TOBAR, 1998, p. 74)

Considerando o bairro como unidade de análise, os autores os identificaram e os classificaram de acordo com os níveis de concentrações de SO<sub>2</sub> – níveis de poluição pouco elevada, elevada e muito elevada. Para se obterem padrões de dispersão dos poluentes, foram consideradas as variáveis meteorológicas e as condições topográficas.

Para estratificar os bairros de acordo com as condições materiais de vida, foram utilizados os seguintes dados percentuais do IBGE (1993): domicílios não ligados à rede geral de água, domicílios não ligados à rede geral de esgoto, domicílios sem coleta direta e regular de lixo, chefes de domicílios permanentes com instrução até três anos de estudo e chefes de domicílios permanentes que recebem até dois salários mínimos. Pelas condições materiais de vida, os bairros

---

<sup>13</sup> Infecções das Vias Aéreas Superiores

foram classificados em: muito desfavorável, desfavorável, favorável e muito favorável. Assim, os espaços críticos de Volta Redonda – RJ foram mapeados “através da sobreposição das duas diferentes dimensões analisadas: o nível de poluição e o nível de condições materiais de vida, procedendo à classificação dos bairros segundo um índice de condição socioambiental.” (PEITER; TOBAR,1998, p. 476) Tais índices são: muito crítica, crítica, intermediária e pouco crítica.

Na discussão dos resultados, PEITER e TOBAR (1998) destacaram os obstáculos na avaliação dos níveis de poluição do ar pela não-obtenção dos dados da fonte emissora, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), que gerou a construção aproximada dos padrões espaciais de dispersão dos poluentes. Os autores, de modo geral, consideraram “que todos os bairros de nível de poluição elevado apresentam condições materiais de vida desfavoráveis ou muito desfavoráveis” (PEITER; TOBAR,1998, p. 483), mas destacam que, em função da organização socioespacial de Volta Redonda - RJ, esta apresenta bairros com condições materiais de vida desfavoráveis ou muito desfavoráveis, localizados em porções do município com níveis pouco elevados de poluição do ar. Este aspecto, em particular, tem relação com a ocupação e a organização histórica da cidade.

O processo de segregação socioeconômico de Volta Redonda - RJ reproduziu no espaço urbano a hierarquização existente no mundo da fábrica, com a construção de bairros específicos para os operários e bairros para os funcionários de maior qualificação da CSN. Com isso, são identificadas duas periferias no município: uma mais antiga (porção noroeste da cidade) e outra mais recente (porções extremo norte e extremo leste). É a população residente nos bairros da periferia antiga, densamente povoados, com condições materiais de vida desfavoráveis, a mais vulnerável à poluição atmosférica, por estar localizada nas proximidades da CSN e em condições geoecológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes. (PEITER; TOBAR,1998)

Ao compararem-se os bairros da área mais antiga de Volta Redonda (os bairros limítrofes à área da CSN) entre si, percebe-se uma nítida segregação sócio-espacial, sendo as áreas menos poluídas e com melhor acesso aos serviços públicos (parte sul da cidade) ocupadas por grupos de maior renda; por outro lado, os grupos de baixa renda ocupam as áreas mais poluídas (parte noroeste da cidade). A população de baixa renda foi, assim, duplamente prejudicada na ocupação do espaço da cidade, fato que seguramente se reflete na sua situação de saúde. (PEITER; TOBAR,1998, p. 483)

PEITER e TOBAR (1998) indicaram a necessidade da realização de estudos para identificar os efeitos nocivos da poluição atmosférica à saúde da população residente nos bairros classificados de acordo com os índices de condições socioambientais.

A relação entre exposição de longo prazo à poluição do ar e doenças respiratórias foi investigada por SOBRAL (1988), por meio de estudo transversal em três áreas da Grande São Paulo, com crianças entre 12 e 13 anos de idade, considerando, também, as influências das condições socioeconômicas. As áreas escolhidas para pesquisa foram: Juquitiba, semi-rural (baixos índices de poluição/área de controle), Osasco, cidade industrial (índices médios de poluição) e Tatuapé, no centro de São Paulo (elevados índices de poluição). As concentrações dos poluentes SO<sub>2</sub> e MP foram fornecidos pela Cetesb, compreendendo o período de 1973 a 1983 para Tatuapé e Osasco, e de 1981 a meados de 1982 para Juquitiba.

O inquérito aplicado por SOBRAL (1988) é uma versão adaptada do questionário utilizado nos EUA pelo *National Heart, Lung and Blood Institute* para crianças até 13 anos de idade, cujas famílias apresentassem perfil socioeconômico semelhante em cada área de estudo. A investigação foi realizada nos meses de setembro, outubro e novembro, evitando os meses de inverno e episódios agudos de poluição do ar. Dos 34 sintomas ou doenças pesquisados há um gradiente nas taxas de prevalência<sup>14</sup> que acompanha o gradiente de poluição nas três áreas. Tatuapé, a área mais poluída, apresentou 26 dos 34 sintomas pesquisados. Osasco, apresentou maior prevalência de sete sintomas ou doenças. E, Juquitiba, taxa de prevalência para três sintomas.

Quanto às condições socioeconômicas das famílias, a autora afirma “que piores condições socioeconômicas não estão necessariamente ligadas a uma maior prevalência de doenças respiratórias, mas que más condições socioeconômicas junto com a poluição podem ser responsáveis por índices mais altos dessas enfermidades.” (SOBRAL, 1988, p. 107) Os indicadores socioeconômicos utilizados na pesquisa foram o analfabetismo dos pais e mães, rendimento médio mensal e número de pessoas por cômodo. E, aprofundando a investigação da correlação entre a

---

<sup>14</sup> “Prevalência é um termo que descreve a força com que subsistem as doenças nas coletividades. A medida mais simples para prevalência é a frequência absoluta dos casos de doenças.” (ROUQUAYROL; ALMEIDA F.º, 2003, p. 53)

prevalência dos sintomas pesquisados e baixas condições socioeconômicas, a autora identifica um aumento significativo na prevalência de sintomas na área de média e, principalmente, na área de alta poluição. Com isso a autora levanta a hipótese de que

os efeitos da poluição seriam ampliados quando conjugados com outros fatores (...), os pobres carregam uma parcela maior dos prejuízos à saúde causados pela poluição ambiental, não só por geralmente morarem nas regiões mais poluídas, mas também por serem mais susceptíveis às agressões externas. (SOBRAL, 1988, p. 110)

A hipótese da autora foi confirmada com os resultados obtidos nos cortiços de Tatuapé (área mais poluída). As crianças que responderam ao inquérito apresentaram, de modo geral, maior taxa de morbidade entre os sintomas selecionados, quando comparada aos índices detectados nas áreas de poluição intermediária. Isso demonstra “que os pobres das regiões mais poluídas é que sofrem os maiores danos à saúde pela poluição” (SOBRAL, 1988, p. 152). Portanto, há uma associação significativa entre a alta prevalência de doenças respiratórias e aspectos socioeconômicos, especialmente quando as condições habitacionais são inadequadas, como o número elevado de pessoas por cômodo. (SOBRAL, 1988)

Em 1998, RIBEIRO (2001) retoma sua pesquisa com o objetivo de avaliar se as políticas de qualidade do ar (fontes fixas e móveis) implementadas pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Cetesb alcançaram resultados positivos no sentido de reduzir os sintomas respiratórios de crianças da mesma faixa etária, residentes nos mesmos locais e expostos aos poluentes SO<sub>2</sub>, MP e PI. O período de análise foi de 1986-1998, e a metodologia utilizada foi a mesma citada em parágrafos anteriores (SOBRAL, 1988), com a inclusão do poluente PI. Apesar de a autora não contar com os dados de poluentes de Juquitiba (baixo nível de poluição), inferiu que esta área permanece com boa qualidade do ar devido ao fato de o uso do solo não ter apresentado grandes alterações em 1998, em comparação com o estudo de 1988.

A autora pôde constatar que em Osasco (nível intermediário de poluição para o período de 1992 a 1997) e em Tatuapé (nível elevado de poluição para o período de 1992 a 1997), as concentrações de dióxido de enxofre sofreram uma redução sensível nos últimos anos e que, no final do período estudado (1997), se encontravam bem abaixo dos padrões primários de qualidade do ar. (RIBEIRO, 1998, p. 139) Quanto ao MP/PTS e PI, Osasco apresentou níveis elevados para os dois poluentes, que ultrapassaram os níveis primários e secundários; ao contrário de Tatuapé onde ocorreu redução das concentrações do MP para os anos de 1991 e 1992. A partir de então, o poluente monitorado foi em termos de fumaça, cujas concentrações foram bem próximas do padrão primário e até do padrão secundário. Na análise foi verificado que persiste “um gradiente de prevalência de sintomas de doenças respiratórias em crianças de faixa etária de 12 e 13 anos, mas, hoje em dia, Osasco ultrapassou Tatuapé em número de sintomas em que a prevalência é maior do que nas outras duas regiões.” (RIBEIRO, 2001, p. 141) A autora tinha constatado, na pesquisa de 1988, que, em Osasco, somente na média do período de estudo as concentrações de poluentes se encontravam dentro dos limites previstos em legislação; mas, em determinados anos, esses limites foram ultrapassados, principalmente os diários; portanto, a prevalência dos sintomas em Osasco (nível intermediário de poluição) já se apresentava muito próxima de Tatuapé (nível elevado de poluição) no estudo anterior. (SOBRAL, 1988)

Segundo RIBEIRO (2001),

os sintomas indicativos de doenças pulmonares obstrutivas crônicas, aquelas mais freqüentemente associadas à poluição do ar, apresentaram maior prevalência em Osasco e Tatuapé (...) Tal fato reforça a tese de que a poluição do ar tem uma significativa influência no desenvolvimento de doenças respiratórias em crianças. Adicionalmente, um fato alarmante é que a prevalência de sintomas de doenças respiratórias aumentou sobremaneira no período 1986-1998 (...) Esses dados (...) são bastante ilustrativos da influência da poluição do ar como fator etiológico nas doenças respiratórias em crianças. É bastante ilustrativo o caso do Tatuapé, em que a prevalência de sintomas apresentou significativa redução, fruto de uma diminuição dos índices de Material Particulado e dióxido de enxofre e de uma gradativa adequação aos padrões de qualidade do ar. Indicam, no entanto, que a diminuição de só um tipo de poluente, apesar de trazer alguns resultados satisfatórios, como no caso do Tatuapé, não é suficiente para proteger a saúde respiratória da população infantil. O caso de Osasco é emblemático nesse sentido. (RIBEIRO, 2001, p. 141, 144)



BRAGA, PEREIRA e SALDIVA (2002) sintetizaram a relação taxa de morbi-mortalidade e poluição do ar, encontrada em estudos realizados em diversos centros urbanos, por meio de diferentes desenhos epidemiológicos:

- As concentrações de poluentes atmosféricos encontradas em grandes cidades acarretam afecções agudas e crônicas no trato respiratório, mesmo em concentrações abaixo do padrão de qualidade do ar. A maior incidência de patologias, tais como asma e bronquite, está associada com as variações das concentrações de vários poluentes atmosféricos;
- A mortalidade por patologias do sistema respiratório apresenta uma forte associação com a poluição atmosférica;
- As populações mais vulneráveis são as crianças, idosos e aquelas que apresentam doenças respiratórias;
- O material particulado inalável, com dimensão inferior a 10  $\mu\text{m}$  e mais recentemente 2,5  $\mu\text{m}$ , é apontado como o poluente mais freqüentemente relacionado com danos à saúde;
- Sinais, cada vez mais evidentes, mostram ser os padrões de qualidade do ar inadequados para a proteção da população mais susceptível à poluição atmosférica. Vários estudos demonstraram ocorrência de efeitos mórbidos em concentrações abaixo dos padrões de qualidade do ar;
- A mortalidade por doenças cardiovasculares também tem sido relacionada à poluição atmosférica urbana, sendo novamente o material particulado inalável, o poluente freqüentemente associado;
- Estudos experimentais e toxicológicos têm dado sustentação aos resultados encontrados em estudos epidemiológicos. (...) alterações inflamatórias das vias aéreas em animais de experimentação e seres humanos, com prejuízo dos mecanismos de defesa dos pulmões contra microorganismos; (...) danos do DNA (mutações) com favorecimento do surgimento de tumores pulmonares em humanos e animais. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.)

A associação positiva entre poluição do ar e taxas de morbi-mortalidade por doenças respiratórias demonstra que os padrões de qualidade do ar em vigor nem sempre conseguem impedir os efeitos negativos à saúde da população, principalmente, entre as faixas etárias mais suscetíveis. Por sua vez, a dificuldade de monitorar todos os poluentes atmosféricos em diferentes áreas dos centros urbanos torna complexa a identificação do poluente atmosférico mais responsável ou vinculado à gênese dos problemas respiratórios. Os dados de concentração de poluentes fornecidos pela Cetesb, associados aos de saúde da cidade de São Paulo, têm demonstrado de forma crescente a necessidade de se intervir na redução das emissões atmosféricas. A exposição prolongada aos atuais níveis de poluição do ar, associados a períodos desfavoráveis à dispersão de poluentes, provocam de “forma sistemática aumentos de morbidade e mortalidade por eventos respiratórios e cardiovasculares. Os efeitos agudos das variações de poluição ocorrem após um período de tempo muito curto (no máximo 5 dias) e não exhibe nível de segurança.”

(BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002, s. p.) Portanto, efeitos adversos à saúde são experimentados por numerosas pessoas, especialmente crianças e idosos, mesmo quando os padrões de qualidade do ar não são ultrapassados.

De forma prioritária, é nas áreas urbano-industriais que uma série de estratégias e ações devem ser implementadas para preservar e promover a saúde humana. É o caso da adoção de medidas como, por exemplo, reavaliação dos padrões de qualidade do ar para determinadas cidades, planejamento urbano e uso do solo, investimentos em tecnologias “limpas” no processo produtivo industrial e em veículos automotores, assim como efetivo controle e fiscalização das principais fontes emissoras.

As estratégias e ações devem fazer parte de políticas públicas que contemplem, em sua elaboração e execução, o Estado (em seus diferentes níveis), a sociedade civil organizada e as empresas. A ação sinérgica entre os poluentes atmosféricos e seus efeitos deletérios sobre a saúde humana ainda não são amplamente conhecidos, especialmente em longo prazo, por isso a necessidade de um projeto coletivo, interdisciplinar.

### **3 A CIDADE E O MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA – PR**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS FÍSICOS LOCAIS**

O município está localizado no Primeiro Planalto Paranaense e apresenta uma altitude média de 897m acima do nível do mar. Araucária faz divisa com: Campo Largo, Fazenda Rio Grande, Mandirituba, Contenda, Balsa Nova e Curitiba.

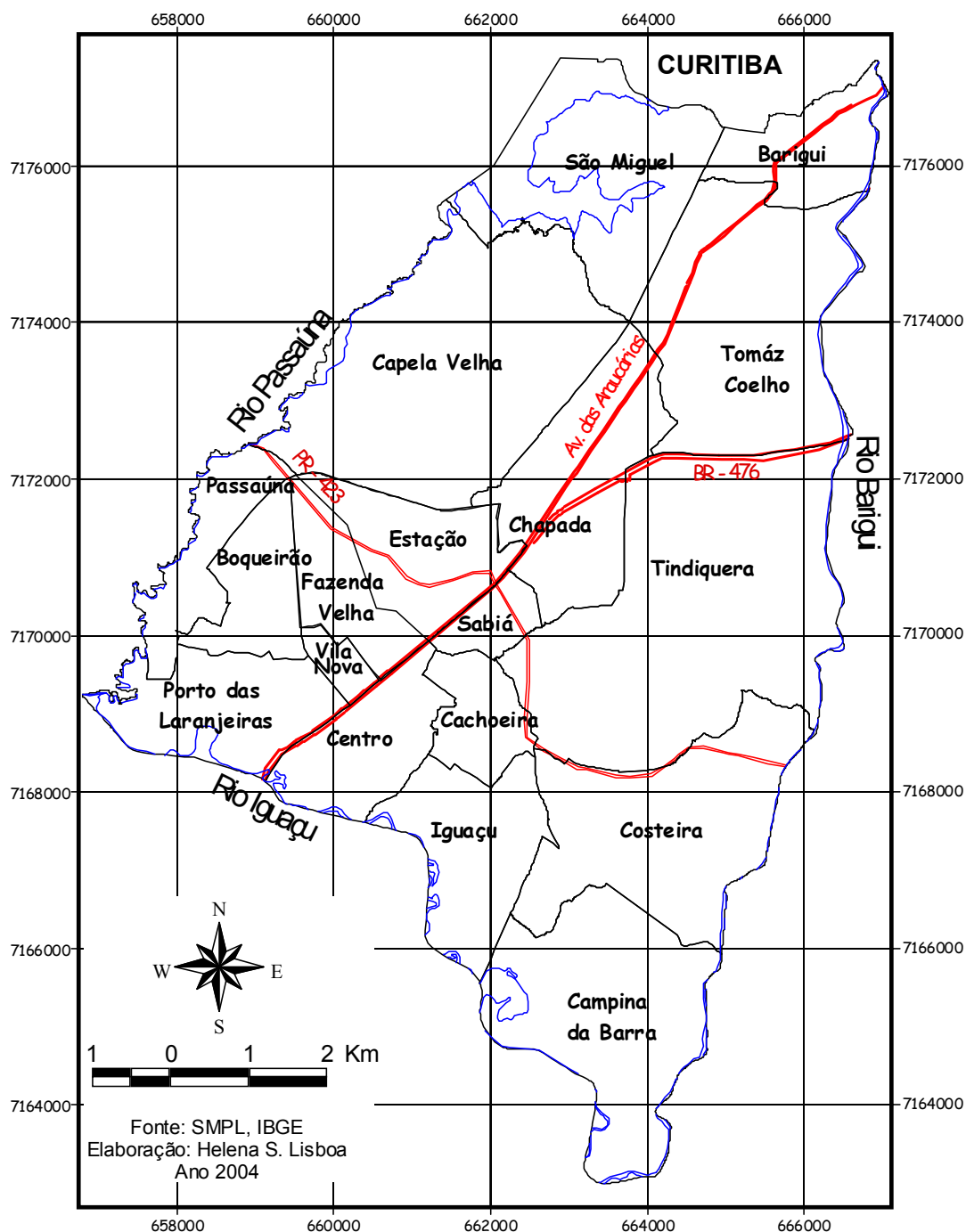
A capital paranaense é limítrofe a norte e a nordeste da área urbana de Araucária. Cabe enfatizar que a Cidade Industrial de Curitiba – CIC encontra-se nesta porção territorial, a barlavento da cidade de Araucária.

A população urbana, 104.332 habitantes, representa 91,36% da população total do município (cerca de 114.000 habitantes) e está distribuída nos 18 bairros da cidade. A área urbana representa 18,23% da área do município, isto é, 84 km<sup>2</sup>. Os bairros urbanos de Araucária, área de estudo, totalizando 18, estão representados no MAPA 2.

A área urbana do município de Araucária apresenta um relevo plano, onde aflora a Formação Guabirotuba, limitada pelas planícies aluviais do Quaternário Recente dos rios Iguaçu, Passaúna e Barigüi. (ARAUCÁRIA, 2003) É nesta área de relevo plano e entre os cursos dos rios Barigüi e Passaúna que estão instaladas as principais indústrias da cidade. O Centro Industrial de Araucária I – CIAR I tem a sua maior extensão nos bairros Thomaz Coelho e Tindiquera, limítrofes da CIC.

Segundo MAACK (2002), a porção sul do primeiro planalto, onde se insere o município, possui grandes extensões planas e ondulações suaves, tendo altitudes variando entre 860 e 940 metros. Segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES, 2002), a declividade varia de 0 a 20% (até 12 graus de inclinação).

## MAPA 2 - Bairros da Área Urbana de Araucária



MAPA 2 – LOCALIZAÇÃO DOS BAIRROS DA ÁREA URBANA DE ARAUCÁRIA

O relevo da região, no qual o município está inserido, pode ser subdividido em três aspectos morfogenéticos, correlacionados com as litologias sobre as quais foram esculpidos. Um é formado por regiões planas, onde aflora a Formação Guabirotuba – a Bacia Sedimentar de Curitiba, na qual está localizada a área urbana do município; portanto, áreas pavimentadas, edificadas e impermeabilizadas, que interferem nas propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre. A segunda área é constituída por colinas baixas e arredondadas, modeladas sobre os migmatitos, correspondente à área rural do município. Apresenta falhas ou fraturas e dobramentos, fato que afeta o uso e ocupação do solo. Um terceiro compartimento morfogenético é representado pelas planícies aluviais do Quaternário Recente dos rios Iguaçu, Passaúna, Cachoeira e Barigüi. (ARAUCÁRIA, 2003)

A área urbana do município é limitada ao norte e a leste pelo rio Barigüi, a oeste pela represa e rio Passaúna e ao sul pelo rio Iguaçu, com o curso em meandros. Os interflúvios nesta unidade são largos e planos. Cerca de 50% desta unidade apresenta uma morfologia de relevo mais enérgica, gerando risco erosivo significativo. (ARAUCÁRIA, 2003)

Em decorrência do relevo plano e lençol freático raso, as épocas de maior precipitação pluviométrica ocasionam inundações freqüentes, dificultando a ocupação em locais sem obras de infra-estrutura, como aterramento, drenagens e saneamento básico. (ARAUCÁRIA, 2003)

O clima e as altitudes superiores a 800 metros propiciaram o desenvolvimento de uma cobertura vegetal, formada por florestas subtropicais perenifólias e subperenifólias. Em algumas reservas, encontram-se matas de Araucária (*Araucaria angustifolia*) ainda preservadas, porém com pouca expressão. (ARAUCÁRIA, 2003)

As matas de Araucária, ou matas de pinhais, que predominavam nessa região, sempre representaram a área de maior importância para a indústria madeireira, tendo sustentado esse tipo de economia durante aproximadamente 150 anos, até 1960, quando começou o declínio por escassez de matéria-prima. A prática de queimadas e roçadas contribuiu também para o surgimento de matas secundárias, capoeiras e capoeirões. (ARAUCÁRIA, 2003)

O Município de Araucária possui 8% de matas originais em seu território, sendo 5% de reservas legais, de acordo com dados do Instituto Nacional de

Pesquisas Espaciais – INPE. Segundo informações da Companhia Paranaense de Energia Elétrica – COPEL, em 1985 havia no município somente 3,35 % de área de matas originais. Os campos cerrados do Paraná, com exceção de alguns remanescentes, estão quase que totalmente destruídos ou explorados. (ARAUCÁRIA, 2003)

De acordo com ambientalistas locais, o município apresenta cerca de 5 m<sup>2</sup> de área verde por habitante, enquanto o indicado pela ONU e pela OMS é de 12 m<sup>2</sup>/hab., isto é, duas vezes mais que a existente em Araucária. Para a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SMMA, cada habitante pode contar com 5,5 m<sup>2</sup>, pois Araucária apresenta 610.434 m<sup>2</sup> de área verde, contando parques, praças e jardins, já somada a área do Parque Municipal Cachoeira, com 300 mil m<sup>2</sup>. (SANTIAGO et al., 2003; PENHALBER et al., 2004; JORNAL CIDADE, 2005)

As áreas verdes<sup>15</sup> constituem-se em importantes instrumentos para regulação do clima urbano, pois influenciam na insolação prolongada ao reduzirem o desconforto térmico causado pela urbanização, auxiliam no controle de poluição, além de servirem de parâmetro na análise da qualidade de vida dos habitantes da cidade.

As temperaturas de áreas urbanas em lugares pobres em vegetação alcançam valores máximos, enquanto que em áreas verdes e com a presença de reservatórios de águas, são registrados valores mínimos. Com o aumento da temperatura nas cidades, ocorre uma diminuição da umidade relativa. A intensidade de radiação solar, a umidade do ar, a precipitação e a circulação do ar, são alguns dos fatores que afetam as condições do meio urbano. O tipo de superfície, o suprimento extra de energia dispensado, a ausência de vegetação, a poluição do ar e as características dos materiais de edificação também influenciam no clima da cidade. O papel dos vegetais interceptando, absorvendo, refletindo e transmitindo radiação solar, diminuem a formação de ilhas de calor nas cidades, captando e transpirando água e interferindo na direção e velocidade dos ventos, sendo extremamente eficientes na melhoria do clima urbano. (PENHALBER et al., 2004, 308-309)

Segundo pesquisas da Cetesb, a redução de partículas inaláveis está relacionada à presença de áreas verdes; portanto, uma política de arborização pode

<sup>15</sup> “As áreas verdes são um tipo especial de espaços livres onde o elemento fundamental de composição é a vegetação. Elas devem satisfazer três objetivos principais: ecológico-ambiental, estético e de lazer. Vegetação e solo permeável (sem laje) devem ocupar, pelo menos, 70% da área; devem servir à população, propiciando um uso e condições para recreação. Canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias e arborização não podem ser considerados áreas verdes, mas sim ‘verde de acompanhamento viário’, que com as calçadas pertencem à categoria de espaços construídos ou espaços de integração urbana.” (NUCCI et al., 2003, s. p.)

contribuir com a diminuição das concentrações de poluentes no ar. (SANTIAGO et al., 2003; PENHALBER et al., 2004)

O clima do município é classificado como clima subtropical úmido mesotérmico (Cfb), com verões frescos, sem estação seca. Segundo KOEPPEN (MAACK, 2002), a temperatura média do mês mais frio varia entre  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$ , enquanto no mês mais quente mantém-se acima de  $10^{\circ}\text{C}$  e inferior a  $22^{\circ}\text{C}$ . Por possuir clima úmido, as chuvas são distribuídas por todos os meses, ocorrendo precipitações superiores a 30mm. (ARAUCÁRIA, 2003)

A maior precipitação ocorre no mês de janeiro e a menor, em agosto. Todo o período é úmido, com precipitação anual média em torno de 1.500 mm. A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80%. (ARAUCÁRIA, 2003)

A porção leste do estado do Paraná, em especial o primeiro planalto, apresenta climas com maior regularidade na distribuição anual da pluviosidade (entre 1.250 e 2.000 mm) associada às baixas temperaturas do inverno. Tais características resultam da posição geográfica (latitude), relevo, proximidade ao oceano e atuação dos sistemas atmosféricos tropicais e polares. (DANNI-OLIVEIRA, 1999b; MENDONÇA, 2001b)

Nesta porção do estado, a circulação e dinâmica da atmosfera é área de atuação das massas de ar Tropical Atlântica – MTa (quente e úmida, tende à estabilidade devido ao movimento de subsidência); Massa Equatorial Continental – MEc (alta umidade) e Massa Polar Atlântica – MPa (fria, úmida e estável). A MTa e a MEc atuam principalmente no verão e a MPa, no inverno. Com participação esporádica e variável, atua também a Massa Tropical Continental – MTc (quente e seca, especialmente no verão). (DANNI-OLIVEIRA, 1999b; MENDONÇA, 2001b)

Como indicado anteriormente (item 2.4), o município de Araucária localiza-se na “rota de deslocamento do sistema Anticiclônico Migratório Polar Atlântico, cuja massa de ar tende a dominar as situações de estabilidade atmosférica, notadamente no período de inverno, quando sua permanência e/ou frequência na região é maior”. (DANNI-OLIVEIRA, 2003, p.158)

Este sistema gera a MPa e no seu deslocamento para as áreas de baixa pressão na interface com a MTa forma sua zona de descontinuidade – a Frente Polar Atlântica, que regula as chuvas e promove a instabilidade do ar. “As frentes estão associadas à nebulosidade e chuvas, porque ao longo de seu eixo

o ar é forçado a ascender; em decorrência, ele resfria-se e promove a condensação do vapor, gerando as nuvens.” (DANNI-OLIVEIRA, 1999, p. 235)

Sob condições de estabilidade associadas aos episódios de inversões térmicas, pode-se inferir que o inverno é o período mais propício à concentração de poluentes durante a atuação da MPa. (DANNI-OLIVEIRA, 1999, 2000)

O período de maior aquecimento estende-se de dezembro a fevereiro, o de maior frio, de junho a agosto. O mês mais frio é julho, e o mais quente, fevereiro. A influência da maritimidade provoca elevada umidade do ar, e as temperaturas mínimas não registram valores extremos, de modo geral. (DANNI-OLIVEIRA, 1999b; MENDONÇA, 2001b)

As médias anuais situam-se entre 14,0°C e 22°C; no inverno, sobretudo em julho, as médias mensais variam entre 10°C e 15°C, quando também são normalmente registradas temperaturas absolutas negativas. As temperaturas médias mensais no verão variam de 26°C a 30°C. (DANNI-OLIVEIRA, 1999b; MENDONÇA, 2001b)

A temperatura média anual em Araucária é de 16° C, sendo a média do mês mais quente de 20° C e do mês mais frio 13° C. (ARAUCÁRIA, 2003)



### 3.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA

A partir da década de 70, o município de Araucária apresentou mudanças significativas em seu perfil econômico e populacional, especialmente com a implantação da Refinaria Presidente Getúlio Vargas – REPAR, com a criação da Cidade Industrial de Curitiba – CIC e do Centro Industrial de Araucária – CIAR, como estratégias para dinamizar o processo de industrialização do estado do Paraná. No contexto da mudança na estrutura industrial paranaense, marcada, até então, pelos gêneros alimentares, madeireiro, minerais não-metálicos, mobiliário, papel e papelão e têxtil, passaram a se destacar, a partir deste momento, os gêneros química, metalúrgica e mecânica. (FIRKOWSKI, 1998) Tais gêneros industriais apresentam grande potencial poluidor, questão que não estava na pauta das decisões sobre localização industrial naquele momento histórico para Araucária - PR.

A industrialização do município caracterizou-se por três grandes fases:

- a primeira fase, marcada pelas pequenas fábricas de estrutura gerencial e mão-de-obra familiar, cuja produção era destinada ao mercado interno do município e arredores. Exemplos: olarias, serrarias, engenhos de erva-mate e cervejarias.
- na segunda fase, destacava-se a produção de linho pela fábrica São Manoel (filial da Fiação São Patrício, de São Paulo). Essa fábrica funcionou de 1940 a 1961, e a produção era mais verticalizada. Nesta fase ocorreu também a industrialização de produtos alimentícios em pequenas fábricas de pasta de tomate e pimentão.
- a terceira fase, do final da década de 70, com a instalação da Refinaria Getúlio Vargas – REPAR e do Centro Industrial de Araucária – CIAR. (ARAUCÁRIA, 1999, p. 22)

As políticas federais de fomento ao desenvolvimento regional e urbano levaram a um processo de concentração populacional e de atividades produtivas nesta região. A maior parte dos fluxos populacionais tem como origem o meio rural do Paraná, que convergiu para a capital e adjacências estimuladas, principalmente pela institucionalização da Região Metropolitana de Curitiba. A criação da Cidade Industrial de Curitiba – CIC também atraiu fluxos populacionais com a instalação de importantes plantas industriais. (IPARDES, 2004a)

O CIAR foi criado em 1963 e atualmente apresenta uma área de 46.137.500m<sup>2</sup>. Está constituído pelo CIAR I – Zona Industrial 1 (ZI - 1), tendo sido ampliado em 1978, com a implantação do CIAR II (ZI – 2), e em 1981, com a implantação do CIAR III (ZI – 3).

O CIAR I corresponde à área industrial mais importante do município, com maior ocupação efetiva e número de indústrias instaladas.

A configuração do CIAR é a seguinte:

CIAR I (ZI-1): possui uma área de 21.437.500 m<sup>2</sup>, localizada a nordeste da área urbana. É cortada pela Rodovia do Xisto ou BR-476, que permite ligação com o sul do Estado, tendo como outras vias de acesso rodoviário à capital a PR-421 e a Avenida das Araucárias; o acesso ferroviário pertence à América Latina Logística (ALL). A topografia é parcialmente plana e cortada pelo Rio Barigüi. A CIAR I está integrada à CIC.

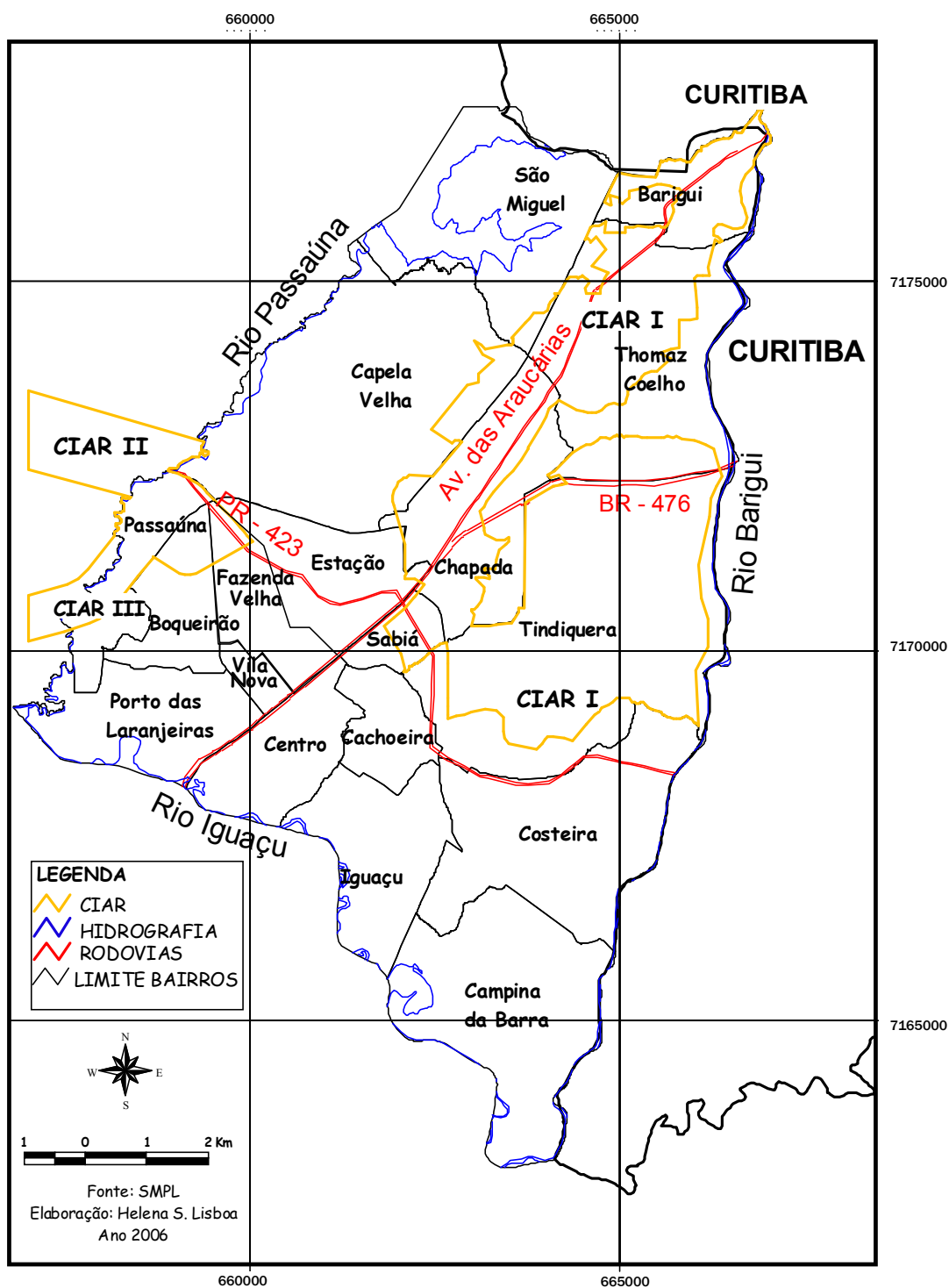
CIAR II (ZI-2): criado pela Lei Municipal n° 536, apresenta uma área de 13.000.000 m<sup>2</sup>, localizada a oeste da área urbana, parte dela às margens da PR-423. Esta via de acesso e estradas secundárias interliga o CIAR II a Campo Largo e à região norte do Estado. A topografia é variável, cortada pelos Rios Passaúna e Verde.

CIAR III (ZI-3): criado pela Lei Municipal n°. 584, possui área de 11.700.000 m<sup>2</sup> e localiza-se a oeste da área urbana do município, ao norte da Ferrovia Engenheiro Bley, até o Município de Balsa Nova, tendo como vias de acesso a PR-423 e estradas secundárias. A topografia é variável. É cortado pelos Rios Iguaçu e Passaúna. (ARAUCÁRIA, 2003)

Na década de 70, durante o período do “milagre econômico”, objetivando atrair e direcionar a implantação de indústrias em Araucária, houve uma organização espacial para viabilizar e facilitar os investimentos empresariais, como implantação de acesso rodoviário, ferroviário, telefonia, fornecimento de ligação elétrica e serviços de terraplanagem. Somados à proximidade com a capital, esses fatores atraíram grandes contingentes populacionais. (ARAUCÁRIA, 1990) O CIAR foi cuidadosamente planejado para promover a instalação de novas plantas industriais, estimuladas por programas de incentivos do governo estadual e federal.

A localização do CIAR I, CIAR II e CIAR III na área urbana de Araucária está representada no MAPA 3.

**MAPA 3 - Localização da Ciar na Zona Urbana de Araucária**



**MAPA 3 – LOCALIZAÇÃO DO CIAR NA ZONA URBANA DE ARAUCÁRIA**

O QUADRO 8 apresenta o número de empresas que atuam em Araucária, de acordo com a Secretaria Municipal de Planejamento – SMPL e a Companhia de Desenvolvimento de Araucária – CODAR. As atividades cujo número de empresas está destacado em negrito no quadro, são consideradas por TORRES (1996) como de “indústrias sujas” presentes no CIAR.

**QUADRO 8** - NÚMERO DE EMPRESAS POR ATIVIDADE EM ARAUCÁRIA – PR, 2002

ATIVIDADE	NÚMERO DE EMPRESAS
Extração Mineral	01
Produtos Minerais não Metálicos	<b>23</b>
Metalurgia	<b>125</b>
Mecânica	20
Material elétrico e de Comunicação	01
Material de Transporte	05
Madeira	51
Mobiliário	51
Papel e Papelão	<b>46</b>
Borracha	05
Couro, Peles e Produtos Similares	01
Química	<b>17</b>
Produtos farmacêuticos e Veterinários	03
Perfumarias, Sabões e Velas	05
Produtos de matéria Plástica	39
Têxteis	10
Vestuário, calçados e Tecidos	88
Produtos Alimentares	11
Editorial e Gráfico	27
Construção Civil	26
Diversas	29
<b>TOTAL</b>	<b>594</b>

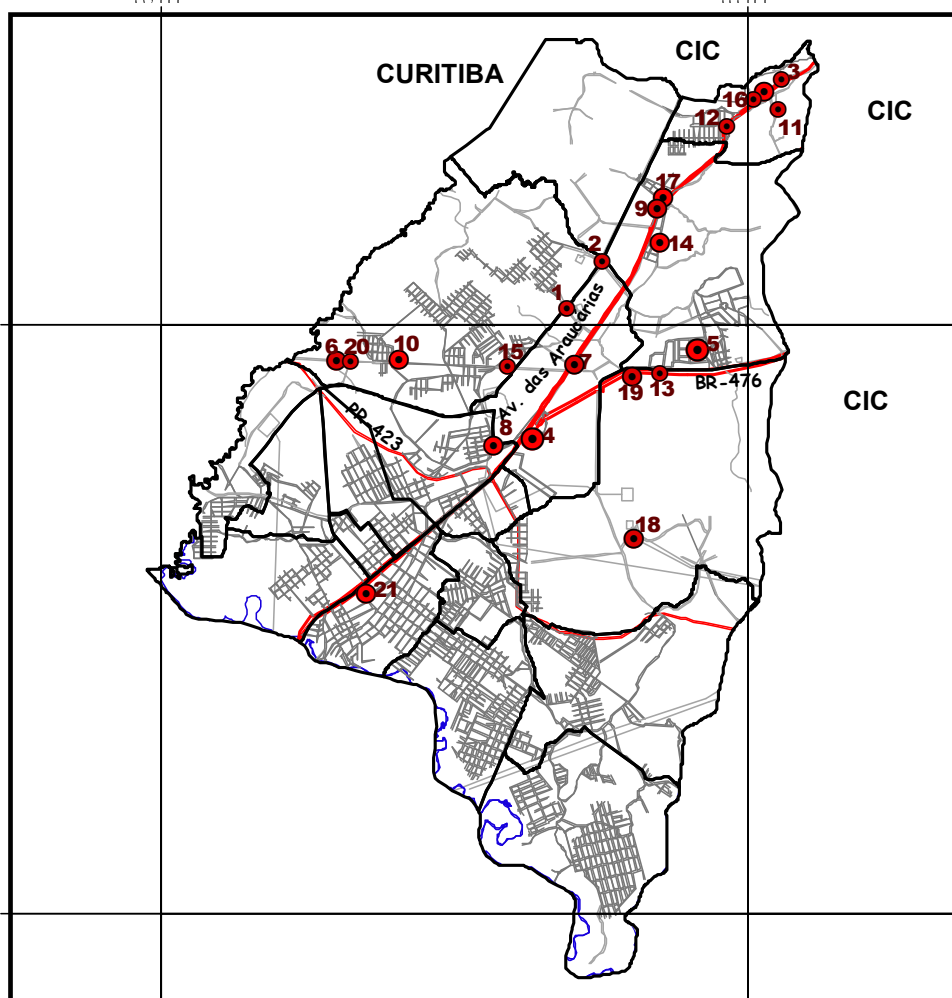
FONTE: ARAUCÁRIA, 2003, p. 84

Nota:

- em destaque as “indústrias sujas”

Conforme a Matriz (Anexo 1) elaborada por TORRES (1996), o MAPA 4 localiza as plantas industriais com maior potencial de degradação ambiental na área urbana do município.

## MAPA 4 - Localização das Principais Indústrias do CIAR I



### Legenda

- |  |  |
|--|--|
| 1 - Adesi Indústria e Comércio de Adesivos Ltda  | 12 - Parnaplast Indústria de Plásticos Ltda                  |
| 2 - Berneck Aglomerados S.A.                     | 13 - Petróleo Brasileiro S.A                                 |
| 3 - Brafer Construções Metálicas S.A.            | 14 - Placas do Paraná S.A.                                   |
| 4 - CISA   | 15 - Refinadora de Óleos Brasil Ltda                         |
| 5 - Cocelpa                                      | 16 - Trombini Artefatos Com. e Beneficiamento de Papéis Ltda |
| 6 - Gerdau S.A.                                  | 17 - Tubolan Artefatos de Papel Ltda                         |
| 7 - Imcopa S/A                                   | 18 - UEG   |
| 8 - Incol Indústria de Compensados Ltda          | 19 - Ultrafétil  |
| 9 - Labra Indústria Brasileira de Lápis S.A.     | 20 - Van Leer Embalagens Industriais do Brasil               |
| 10 - Nitrobras Ind. e Com. de Fertilizantes Ltda | 21 - Westaflex Tubos Flexíveis Ltda                          |
| 11 - Novo Nordisk Farmacêutica do Brasil Ltda    |  |



1 0 1 2 Km

Fonte: Comec  
Elaboração: Helena S. Lisboa  
Ano 2005

MAPA 4 – LOCALIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS INDÚSTRIAS DO CIAR

De acordo com TORRES (1996), na estrutura industrial, é predominantemente das indústrias de bens intermediários, “indústrias sujas” (gêneros industriais não-metálicos, metalúrgica, papel e papelão e química) que decorre o agravamento dos problemas ambientais. Analisando o QUADRO 7 (considerando que as empresas estão distribuídas por atividade), pode-se inferir que as indústrias sujas aparecem com 36% de representatividade, ao lado das tradicionais, com 39%. Para TORRES (1996, p. 48), o potencial de poluição e depleção dos recursos naturais envolve também os segmentos industriais: “material de transporte, madeira, indústria têxtil, alimentos e bebidas apresentam elevado potencial de impacto, o que, no caso do Brasil, está também associado a padrões de proteção ambiental relativamente ‘arcaicos’, em alguns destes gêneros”.

A atividade industrial associada a sua localização, portanto, possui grande potencial poluidor. As implicações socioambientais são apontadas por vários autores, entre os quais foram selecionadas as pesquisas e discussões relacionadas aos gêneros industriais de papel e celulose, minerais não-metálicos, química, petroquímica e metalúrgica. A justificativa desta seleção é o fato de Araucária apresentar estes gêneros industriais, como é o caso da Companhia de Celulose e Papel do Paraná – COCELPA, que se instalou no município em 1963.

A indústria de papel e celulose e sua relação com o meio ambiente foi objeto de estudo de LIMA, GUIMARÃES e ZANETIC (2004), desenvolvido na Região Metropolitana de São Paulo. Para este estudo foram selecionadas seis empresas de papel e celulose (duas produtoras de celulose e quatro, de papel) objetivando avaliar a implantação da ISO 14000 e atuação da Cetesb neste processo. Além de identificar os fatores que levaram essas seis empresas a buscar a certificação ambiental, interessava aos autores também analisar o papel da instituição ambiental responsável por fiscalizar, monitorar e controlar as atividades potencialmente poluidoras, prevenindo a degradação do meio ambiente. A Cetesb, desde 1995, participa, como convidada, da Comissão de Certificação Ambiental – CCA, ligada ao Comitê Brasileiro de Certificação – CBC. Das seis empresas pesquisadas, quatro delas são responsáveis por 25% da produção nacional de papel.

Segundo dados da Associação Brasileira de Celulose e Papel – BRACELPA, o Brasil é o 7º produtor mundial de celulose e ocupa a 12ª posição na produção de papel; a indústria do país é, em geral, competitiva em nível internacional, porém “há muito as exportações brasileiras de celulose e papel sofrem pressão quanto à

responsabilidade ambiental, com a exigência de certificados de origem da madeira e o correto manejo, na tentativa de eliminar ou minimizar os impactos ambientais.” (LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004, p. 352) Tais pressões, mais presentes a partir de meados da década de 80 e, especialmente, quando da realização da Rio - 92, resultaram dos impactos que o processo produtivo deste setor produz ao meio ambiente.

As fábricas de celulose e papel emitem também gases e pó. As fábricas utilizando o processo sulfato, emitem o dióxido de enxofre, o hidrogênio sulfídrico e outros compostos mal cheirosos; utilizando o processo sulfito, emitem o dióxido de enxofre. Pelo branqueamento há pequenas emanações de cloro e bióxido de cloro, mas, em casos normais, não produzem efeito algum em redor à fábrica. As matérias sólidas, as partículas, consistem particularmente em sais inorgânicos. (...) A agressão inicia-se nas externas bases florestais constituídas de monoculturas de espécies vegetais que impedem o estabelecimento de fauna e flora equilibrada. (...) A atmosfera também pode receber grandes quantidades de poluentes provenientes dos processos de obtenção da celulose primária. Destacam-se entre eles os materiais particulados e o dióxido de enxofre -  $\text{SO}_2$  – proveniente da queima de combustíveis fósseis, tais como as cascas e o licor negro. (LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004, p. 370)

No entanto, os autores destacam que as modernas fábricas desse setor, especialmente aquelas líderes de mercado (localizadas principalmente na região Sudeste), atualmente empregam tecnologias modernas de controle de poluição, realizam investimentos na otimização e atualização de tecnologias de processos (tecnologias limpas), desenvolvem um sistema de política e gestão ambiental em toda a cadeia produtiva, utilizando padrões internacionais de qualidade de produtos visando atingir a tendência internacional de produtos limpos, uso de reciclados na composição dos papéis e efluente zero, com um sistema fechado de produção.

As empresas que vêm implementando essas mudanças têm como meta a certificação ambiental devido, principalmente, aos dados de pesquisas internacionais que indicam uma demanda em crescimento para celulose e papel a uma taxa média anual de 2,7%, ao incremento no mercado internacional de legislações ambientais mais restritivas, às exigências dos consumidores internacionais por produtos e serviços ambientalmente “sadios”, às pressões da sociedade civil, de ONG’s e de movimentos ambientalistas e do mercado de capitais. “Investidores e financiadores não querem ver seus nomes ligados a empresas que agredem, ou podem agredir o meio ambiente, considerando-se que os impactos ambientais são de natureza local, regional e global”. (LIMA; GUIMARÃES;

ZANETIC, 2004, p. 354) Esses são alguns dos fatores que levaram a uma mudança no pensamento empresarial em que a variável ambiental foi incorporada como ferramenta estratégica ao processo produtivo da indústria brasileira de papel e celulose. (LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004)

Quanto ao papel dos órgãos e instituições ambientais no Brasil, os autores destacam que a sistematização das informações de controle ambiental ocorre “de forma muito compartimentada, muitas vezes independente, visto que os próprios órgãos de controle ambiental não têm uma política nacional que avalie constantemente a melhoria da qualidade ambiental dos sistemas produtivos.” (LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004, p. 358) Desta forma, pode-se inferir que há uma fragilidade institucional que compromete o papel regulador do Estado com relação às demandas socioambientais da sociedade.

A conquista da certificação ambiental representa uma linguagem universal e uma vantagem competitiva e diferencial no mercado internacional. Associada ao estabelecimento de normas e padrões ambientais, nas seis empresas objeto de pesquisa, que se encontram entre os principais produtores e exportadores de papel e celulose, constatou-se, segundo os autores, redução significativa nas emissões de poluentes nocivos à saúde humana e ao meio ambiente, “notadamente o dióxido de enxofre, o monóxido de carbono e material particulado, poeiras de diferentes naturezas e teores.” (LIMA; GUIMARÃES; ZANETIC, 2004, p. 380)

Significa, portanto, que é o mercado e não as demandas socioambientais que “regulam” as emissões atmosféricas de poluentes ou, ainda, de acordo com FOLADORI (2001b), que as causas aparentes da poluição do ar podem ser sanadas, parcialmente ou de forma paliativa, por meio de medidas técnicas.

O desenvolvimento da indústria química brasileira, os riscos e conflitos socioambientais e a vulnerabilidade social são destacados por PORTO e FREITAS (2000). Segundo esses autores, uma das principais características do complexo químico industrial brasileiro é a heterogeneidade das empresas que o constituem, apesar de, no início da década de 90, a indústria química brasileira se apresentar em sexto lugar em termos de produção mundial.



Ao mesmo tempo em que o país apresentava uma indústria de petróleo e petroquímica desenvolvida, predominando as empresas de capital nacional<sup>16</sup> com tecnologia avançada e elevado nível de automação; os setores finais e intermediários apresentavam significativos desequilíbrios, quais sejam:

- as indústrias finais que produzem plásticos, fertilizantes, produtos farmacêuticos e de perfumaria são em grande parte desnacionalizadas e dependem do exterior quanto a insumos e tecnologias. Tais indústrias apresentam plantas industriais menores e intensivas em mão-de-obra; a pesquisa e o desenvolvimento cabem às matrizes. Configura-se desta forma uma estratégia de mercado em que as multinacionais controlam segmentos com maior valor agregado e lucratividade, não ocorrendo integração local das empresas nacionais.
- intermediárias produtoras de substâncias inorgânicas e orgânicas são variadas em relação à origem do capital, à tecnologia, ao porte da empresa, ao processo de trabalho, à organização e à qualificação da mão-de-obra.

Há, então, três grupos de empresa: as intermediárias estatais com maior escala de produção, as multinacionais (empresas do tipo tripé) e aquelas de capital nacional.

O desequilíbrio da indústria química brasileira gera o crescimento das escalas de produção de suas plantas industriais, estratégia utilizada para reduzir os custos de produção, e aí, portanto, residiriam os principais problemas socioambientais, especialmente para o entorno do estabelecimento.

Os custos operacionais sobem de forma razoavelmente proporcional ou mesmo menor com relação ao crescimento da planta, teoricamente quanto maior for a sua capacidade, menor será a relação entre os custos de capital por tonelada produzida. Este fenômeno é um dos principais responsáveis pelo desenvolvimento das grandes plantas químicas e petroquímicas, e o surgimento das empresas todo-poderosas existentes no setor, numa espécie de ciclo vicioso: quanto maior a empresa, maior a capacidade de concorrência e investimento em tecnologias que, por sua vez, possibilitam novos ganhos numa nova fase de crescimento ainda maior. (PORTO; FREITAS, 2000, p. 306)

<sup>16</sup> “No setor petroquímico, o processo de privatização ocorrido principalmente nos anos 90 vem revertendo o domínio do capital estatal neste segmento. Não existem estudos, contudo, que avaliem os impactos dessa privatização em termos de qualidade do gerenciamento dos riscos e seus impactos sobre a saúde dos trabalhadores e o meio ambiente.” (PORTO; FREITAS, 2000, p. 302)

Neste cenário se encaixa o projeto de modernização da REPAR, responsável por cerca de 12% da produção nacional de derivados de petróleo, respondendo sozinha por 12% do PIB do Estado. A REPAR recolheu em ICMS R\$ 1,63 bilhão em 2004 ou 21% de toda a arrecadação do imposto estadual e representa a 6ª refinaria em capacidade instalada e volume processado: 196 mil barris/dia (somente para efeito de comparação, a REPLAN em Paulínia – SP, a 1ª das doze refinarias da Petrobrás, produz cerca de 350 mil barris/dia). Contudo, assim como a COCELPA, a REPAR possui grande potencial poluidor.

De acordo com o projeto de modernização da REPAR, que compreende o período de 2006 a 2011, a PETROBRÁS investirá mais de U\$ 1,3 bilhão e “acena” com a geração de mais 17.000 empregos indiretos – subcontratados de empreiteiras – redução do teor de enxofre no óleo diesel refinado, fabricação de propeno para as indústrias automobilísticas (integrando as cadeias produtivas) e ampliação em 10% da capacidade de processamento de petróleo, entre outras propostas. (PETROBRÁS, 2002, 2005) No entanto, ao final do projeto somente 415 empregos formais serão gerados. A empresa argumenta que o principal obstáculo para a contratação de mão-de-obra local é sua baixa qualificação, e cabe aos próprios trabalhadores ou, ainda, a convênios a serem firmados entre governo municipal e estadual, instituições de ensino (públicas e privadas) e à própria REPAR, a capacitação profissional da população local. A capacitação, contudo, não garante a contratação, assim como a ampliação da produção não implica necessariamente a redução dos preços dos derivados de petróleo. Se a produção de propeno irá atender a demanda da indústria automobilística na RMC, o diesel a ser produzido com menor nível de enxofre terá menores repercussões para a qualidade do ar em Araucária, pois o mercado de consumo principal no país não está na RMC e sim nos demais estados da região Sul e no estado do Mato Grosso do Sul.

Entre as implicações ambientais geradas durante a implantação e após o projeto de modernização, pode-se citar (PETROBRÁS, 2002, 2005):

- ⇒ supressão dos remanescentes da vegetação secundária da REPAR (4.370 m<sup>2</sup>), isto é, redução da área verde urbana;
- ⇒ aumento do tráfego e, com isso, emissão de contaminantes, assim como ressuspensão de MP das superfícies (ruas e calçadas) pelas obras viárias;

- ⇒ indução à migração;
- ⇒ pressão sobre os serviços públicos e, principalmente,
- ⇒ riscos de acidentes químicos ampliados.

As principais fontes industriais de emissão com potencial poluidor concentram-se em determinados segmentos, que, de acordo com RIBEIRO (2001) e MORENO (2005), são o processamento de petróleo, metalurgia, minerais não-metálicos, química, produção de polpa de madeira e papel. “A maior parte do enxofre no ar está na forma de dióxido de enxofre, resultante da queima de combustível fóssil para aquecimento e produção de energia.” (RIBEIRO, 2001, p. 137)

A pesquisa de MORENO sobre o potencial poluidor das indústrias no Estado do Rio de Janeiro indica que “minerais não-metálicos contribuem com mais de 50% do potencial poluído de particulados PM<sub>10</sub>. Refino de petróleo é o maior em emissão de VOC, minerais não-metálicos em NO<sub>2</sub> e a química em tóxicos do ar.” (MORENO, 2005, p.109)

PORTO e FREITAS (2000) enfatizam, em particular, o modelo econômico de países como o Brasil que integram não somente a divisão internacional do trabalho mas, também, a divisão dos riscos, principalmente onde existem sistemas sociotécnicos vulneráveis, que

tem como condição um padrão inferior de segurança industrial e proteção ambiental e à saúde não só no nível internacional, mas também ao nível interno dos países de economia periférica, resultando na localização das indústrias perigosas, sejam elas nacionais ou multinacionais, nas áreas periféricas aos grandes centros urbanos, onde vivem as populações mais pobres, definindo, assim, as áreas salubres e seguras e as insalubres e inseguras. (...) A vulnerabilidade social, como resultado da lógica da divisão do trabalho e dos riscos, tem imposto às populações mais pobre e marginalizadas dos países de economia periférica arcar com o ônus de suas vidas, saúde e meio ambiente a fim de sustentar um modelo econômico iníquo em sua natureza e dinâmica. (PORTO; FREITAS, 2000, p. 313, 314)

Segundo FRANCO (1996), a lógica da divisão do trabalho e dos riscos ambientais existentes nos países em desenvolvimento se traduz na transferência de tecnologias de segurança industrial obsoletas, legislação, fiscalização ambiental e trabalhista precárias. “Tais processos têm importantes conseqüências sobre os riscos industriais, no Brasil, pois configuram condições de trabalho com maior

periculosidade e insalubridade do que os similares nos países de origem.” (FRANCO, 1996, p. 75)

O Complexo Petroquímico de Camaçari – COPEC, na Região Metropolitana de Salvador, Bahia, envolve a produção integrada de petroquímicos básicos, intermediários e finais, apresentando ainda indústrias químicas, metalúrgicas, de celulose, químico-têxteis, ao lado de prestadoras de serviços (alimentação, transporte, manutenção, fornecedoras de energia elétrica e telecomunicações). FRANCO (1996) aponta as principais implicações socioambientais desta concentração industrial.

O COPEC compreende um conjunto de indústrias de ponta, dinâmicas e intensivas em tecnologias que “foi viabilizada pelo estratégico modelo empresarial tripartite, que associou o capital privado nacional, o internacional e o Estado – gestor, em tese, dos recursos públicos”. (FRANCO, 1996, p. 78) Assim como a CIC e o CIAR, o COPEC é implantado na década de 70, a 5 Km da sede do município e próximo a bacias hidrográficas que abastecem a Região Metropolitana de Salvador.

As emissões atmosféricas dos processos petroquímicos (e metalúrgicos do cobre e celulose) são altamente poluentes, mantendo sob constante risco a população intrafabril, assim como a população extrafabril no círculo de influência industrial. As substâncias emitidas pelas indústrias do pólo compreendem desde os poluentes ditos convencionais (óxidos de enxofre, óxidos de carbono e óxidos de nitrogênio) até os poluentes prioritários (compostos orgânicos tóxicos, tais como o benzeno e vários hidrocarbonetos, assim como os inorgânicos, a exemplo dos metais pesados). (FRANCO, 1996, p. 86)

A partir da implantação do complexo Petroquímico de Camaçari, foi possível inferir, principalmente a partir da década de 80, que:

- o intenso fluxo migratório gerou uma taxa de crescimento populacional de 10,36% a. a. e um crescimento urbano de 14,32%;
- houve ampliação do processo de pauperização: um terço da população sobrevivia com menos de dois salários mínimos em 1970; em 1980, 50% da população passou a sobreviver nesta faixa de rendimentos;
- somente 4,2% das habitações eram consideradas boas; as demais apresentavam precárias condições de saneamento básico;

- 40% dos atendimentos no Pronto-Socorro municipal correspondem à insuficiência respiratória, com predominância de crises asmáticas, agravando-se nos dias mais quentes;
- ocorreu aumento da mortalidade geral no município; e
- elevada proporção de óbitos de crianças menores de 1 ano (média de 41,7%).

Portanto, pode-se inferir que, associadas aos níveis de concentração de poluentes, estão doenças ligadas à subnutrição, precárias condições de higiene e saneamento básico, assim como baixos níveis salariais, moradias precárias, constituindo-se na principal *causa mortis* gerada pelo COPEC. Segundo FRANCO (1996), é necessário considerar que

seus territórios de moradia têm-se modificado profundamente desde meados da década de 70, sob a ação direta de poluentes no ar, água e solos. (...) Assim, as precárias condições de vida de grandes parcelas da população tem estreita articulação tanto com as políticas de ação do Estado, quanto com a implantação das próprias indústrias, através da degradação ecológica, do impulso às migrações e da política de sub-contratação de trabalhadores com a flagrante pauperização da população e escalada da violência urbana. (FRANCO, 1996, p. 87)

Em face do cenário exposto com relação aos gêneros industriais denominados indústrias sujas, em 1998 é assinado em Araucária o Protocolo de Intenções para implantação de outro empreendimento de grande porte. Trata-se da Cisa Aços Revestidos S. A., fruto do consórcio entre a Companhia Siderúrgica Nacional e a mexicana *Imsa Aceros S. A.*, com, respectivamente, 51% e 49% do capital total da nova empresa. (ARAUCÁRIA, 1998) Cabe apresentar os aspectos considerados relevantes para a instalação desta planta industrial no município,

A nova empresa, que se insere no esforço de descentralização da siderúrgica de Volta Redonda – a maior de sua categoria na América Latina – destina-se à produção de aço laminado a frio, galvanizados, galvalume (chapa de aço com liga de alumínio-zinco), pré-pintados e outros produtos destinados à construção civil, à indústria automotiva e à indústria de utilidades domésticas. A escolha do Paraná para receber este investimento deveu-se à sua melhor infra-estrutura e proximidade dos centros consumidores dos produtos siderúrgicos, seja pela recém instalada indústria automotiva, seja pela indústria de eletro-eletrônicos da chamada linha branca. A escolha de Araucária deveu-se à disponibilidade de gás natural do gasoduto Brasil-Bolívia (seu consumo será de cerca de 150 m<sup>3</sup>/mês), de energia elétrica (seu consumo será equivalente à uma cidade de 20 mil habitantes: 25 MW/dia), das facilidades de transporte rodo-ferroviário, da proximidade com o porto de Paranaguá e pela qualidade da mão-de-obra, com um forte padrão ético de trabalho. (ARAUCÁRIA, 1998, p. 69)

Neste contexto, o município procura atrair novos investimentos, destacando como elementos vetores: as ligações rodoferroviárias (BR 116, BR 376, BR 277, BR 476 e o Consórcio Sul Atlântico, que explora as ferrovias que ligam o norte do Paraná ao Porto de Paranaguá; a Ferroeste, que liga o porto e o oeste do estado), o gasoduto Brasil-Bolívia (Araucária é o ponto de distribuição), a Usina Elétrica a Gás – UEG (constituída em 1998, entre a Copel e a Petrobrás e as companhias estrangeiras *BHP Power Inc.* – Austrália; *El Paso Energy Corp.* – EUA e *Bristish Gas* - Inglaterra), além da proximidade aos grandes centros de consumo, produção e suprimento de bens básico e da qualidade e custo dos seus modais de transporte de carga.

Desta maneira o Estado é chamado a implementar uma infra-estrutura funcional, o que acarreta comprometimento cada vez maior dos recursos públicos.

### 3.3 PROCESSO DE OCUPAÇÃO E ASPECTOS DA DINÂMICA POPULACIONAL

As primeiras notícias sobre o povoamento da região datam de 1668, mas o início do adensamento ocorreu durante o Império, por volta de 1876, devido à corrente imigratória, composta em sua maioria por poloneses. Vieram, também, os ucranianos, os alemães e os sírios.

A população atual é formada por descendentes dos primeiros habitantes da região (luso-brasileiros, índios e negros), por imigrantes poloneses, italianos, ucranianos, sírios, judeus, ingleses, franceses, alemães, japoneses e por migrantes vindos do próprio Estado do Paraná e de outros Estados. A imigração polonesa foi a mais expressiva na região, trazendo grande influência cultural, expressa na religião católica, costumes e tradições.

Na época do descobrimento do Brasil, a região onde está localizado o município de Araucária já era conhecida como Tindiquera. Viajantes, nos séculos XVI e XVII, bem como os mapas da época, localizavam as grandes aldeias indígenas, e entre elas a de Tindiquera.

Através da Lei Provincial Nº 021, de 28 de fevereiro de 1858, foi criada a Freguezia do Iguassú, e, em 1868, foi desligada de Curitiba e anexada como distrito de São José dos Pinhais até 1888, quando volta a ser administrado por Curitiba. A criação do município deve-se ao encaminhamento feito pelo Major Sezino Pereira de Souza (chefe político da região), redigido pelo médico Dr. Victor do Amaral. Assim, em fevereiro de 1890, foi criado o Município de Araucária.

A partir de 1876, começou a corrente imigratória, no período do Império, principalmente por poloneses, alemães, italianos, ucranianos, que deram à região um surto de progresso. Na década de 1950 iniciou a imigração japonesa para o município. (ARAUCÁRIA, 1990)

A região de Tindiquera, mesmo não possuindo ouro, atraiu alguns grupos interessados pela região de campos cercada por matas onde predominava a Araucária e a Imbuía. O trabalho consistia em cultivar a terra e criar gado em pequena escala, produzindo apenas o suficiente para o sustento das famílias. O isolamento e a ausência do mercado consumidor impossibilitavam qualquer tipo de comércio. (ARAUCÁRIA, 1990)

A exploração comercial da madeira iniciou-se a partir do século XIX, e entrou em crise na década de 1930, pela devastação das reservas locais.

(ARAUCÁRIA, 1990) Os moradores de Araucária passam, então, a se dedicar à exploração da erva-mate até a década de 1940, quando houve o declínio das exportações para a Argentina.

O pequeno crescimento econômico da região, a partir da década de 40, proporcionou a abertura de mercado para outras atividades geradoras de emprego para a população, como olarias, cerâmicas, moinhos, fábricas de palhões, massa de tomate, caixas de madeira, linho, fósforo, balas, bolachas e torrefação de café. Nas décadas de 40 e 50, enquanto Araucária e municípios vizinhos apresentavam um crescimento populacional de 100%, a população de Curitiba cresceu 28%.

Mas é a década de 70 que apresenta os dados mais expressivos com relação à população urbana do país que ultrapassa o índice de 56% da população total. No Paraná, a institucionalização da RMC – associada ao conjunto de estratégias implementadas pelo governo federal e estadual que culminaram com a atração de uma série de investimentos produtivos – apresentou um incremento populacional superior às demais regiões metropolitanas do país, destacando-se por apresentar um crescimento de 5,78% a. a.; mesmo nas décadas de 80-91 com a queda no incremento populacional para 3%, é a capital a principal responsável por esse crescimento demográfico expressivo. (SANTOS, 1994; IPARDES, 2004)

Segundo o IPARDES (2004b), o aglomerado metropolitano<sup>17</sup> de Curitiba continua a apresentar importante crescimento urbano, nas décadas seguintes. A rápida industrialização paralela ao grande fluxo migratório do campo e das áreas mais pobres para os grandes centros urbanos provocou um processo de ocupação nas áreas periféricas dos grandes centros urbanos, dentre eles no município de Araucária, em que os grupos sociais passaram a viver em condições precárias, ao lado de indústrias perigosas e sem acesso aos bens e serviços básicos de saneamento e saúde.

O crescimento do núcleo e periferia de Curitiba, assim como dos principais aglomerados urbanos do país pode ser observado na TABELA 9.

---

<sup>17</sup> “Se refere à mancha de ocupação contínua onde se realizam os fluxos de população, mercadorias e serviços mais intensos e se verificam as maiores densidades de população e atividades no interior da aglomeração metropolitana, correspondendo, no caso da RMC, aos municípios de Curitiba, Almirante Tamandaré, Araucária, Campina Grande do Sul, Campo Largo, Campo Magro, Colombo, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Piraquara, Quatro Barras e São José dos Pinhais. A aglomeração metropolitana compõem-se, ainda, por outros municípios que, mesmo fora da mancha contínua de ocupação, manifestam relativa integração com ela: Balsa Nova, Bocaiúva do Sul, Contenda, Itaperuçu, Rio Branco do Sul e Mandirituba.” (IPARDES, 2004b, p. 5)



**TABELA 9 - TAXAS DE CRESCIMENTO ANUAL DO NÚCLEO E PERIFERIA DAS AGLOMERAÇÕES METROPOLITANAS, BRASIL – 1970/2000**

Agglomerações Metropolitanas	TAXAS DE CRESCIMENTO (%)					
	1970/1980		1980/1991		1991/2000	
	Núcleo	Periferia	Núcleo	Periferia	Núcleo	Periferia
Belém	3,95	9,26	2,65	5,36	0,31	14,29
Fortaleza	4,3	4,18	2,78	5,42	2,15	3,3
Recife	1,27	5,11	0,69	2,96	1,03	1,81
Salvador	4,08	6,91	2,98	4,31	1,84	3,61
Belo Horizonte	3,73	7,45	1,15	5,11	1,11	3,97
Rio de Janeiro	1,82	3,39	0,67	1,49	0,73	1,66
São Paulo	3,67	6,37	1,16	3,22	0,85	2,81
Campinas	5,86	7,56	2,24	4,79	1,5	3,33
Curitiba	5,34	7,24	2,29	4,72	2,13	5,15
Porto Alegre	2,43	5,3	1,06	3,71	0,83	2,15
Goiânia	6,54	7,48	2,31	10,94	1,9	7,01
Brasília	8,15	7,38	2,84	7,00	7,77	7,17
<b>Total Aglomerado</b>	<b>3,49</b>	<b>5,32</b>	<b>1,5</b>	<b>3,28</b>	<b>1,21</b>	<b>2,99</b>

FONTE: SANTOS; CÂMARA, 2002, p. 173

Em 2000, o aglomerado metropolitano de Curitiba configura uma área única de ocupação que concentra mais de 1/3 da população paranaense. No entanto, os processos econômicos desencadeados a partir da reestruturação produtiva, privatização e forte crescimento populacional dos anos 90 repercutem sobre o mercado e sobre a sociedade, sobretudo por um cenário nacional

marcado por ritmo de crescimento econômico irregular, reflete-se em um conjunto de indicadores que apontam elementos de forte pressão sobre a capacidade de absorção de mão-de-obra. A mesorregião Metropolitana de Curitiba apresentou a maior taxa de desemprego no Estado e uma das menores evoluções do emprego formal no período de 1996/2001, tendo sido a única mesorregião onde a taxa de crescimento anual do emprego formal, nesse período, situou-se abaixo do incremento verificado na população em idade ativa e, também, aquela na qual essa população apresentou o maior crescimento. Neste sentido, o incremento ocupacional, em boa parte dos anos 90, foi fortemente marcado pela precarização do trabalho, com aumento do setor informal. Outro aspecto que particulariza esta região foi, nesse período, a perda expressiva de postos formais de trabalho em alguns segmentos econômicos, particularmente nos setores financeiros e construção civil. (IPARDES, 2004a, p.30)

Há precarização da mão-de-obra, com redução dos níveis salariais e com conseqüentes repercussões na qualidade de vida, especialmente para os grupos mais vulneráveis.

Para a população urbana do município de Araucária, é na década de 70 que ocorre uma inversão no quadro populacional. A população urbana supera a rural com a vinda de um contingente populacional de vários pontos do país. O crescimento da população urbana de Araucária nas últimas décadas pode ser observado na TABELA 10.

**TABELA 10 - EVOLUÇÃO DA POPULAÇÃO DO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA - PR**

ANO	TOTAL	DENSIDADE DEMOGRÁFICA	SITUAÇÃO	
			URBANA	RURAL
1960	16.553	35	4.796 (28,97%)	11.757 (71,03%)
1970	17.117	38	5.353 (31,27%)	11.764 (68,73%)
1980	34.789	75	27.131 (77,99%)	7.658 (22,01%)
1991	61.889	134	54.262(87,68%)	7.627 (12,32%)
1996	76.684	166	68.648 (89,52%)	8.036 (10,48%)
2000	94.258	204	86.111 (91,36%)	8.147 (8,64%)

FONTE: IBGE, 1960, 1970, 1980, 1991 e 2000; CONTAGEM DA POPULAÇÃO, 1996  
(Organização: Simone Laís de SOUZA)

É possível verificar, por meio dos dados, que há um forte incremento populacional urbano a partir da década de 70, devido à implantação do CIAR, da REPAR e da CIC, em Curitiba. Se por um lado as atividades produtivas proporcionaram a geração de empregos, é o custo da terra que irá nortear a ocupação dos municípios vizinhos a Curitiba, assim como as restrições impostas pelo seu planejamento urbano, evidenciando o processo de periferização em relação à capital.

O aglomerado metropolitano, mesmo reunindo municípios com situação social relativamente mais favorável, concentra os maiores contingentes de população em situação de carência, observada nas várias dimensões sociais. No caso referente ao déficit habitacional, aos óbitos por causas evitáveis e ao desemprego urbano. (IPARDES, 2004a, p.31)

No entanto, o componente que tem peso significativo para entender o forte crescimento da população urbana do município é o processo migratório. As mudanças na estrutura produtiva industrial paranaense acarretaram elevados saldos migratórios desde os anos 70 e “o processo de expansão acelerada da população de Curitiba foi intenso no vetor sul do município, em áreas de menor valor imobiliário

e ambientalmente vulneráveis” (IPARDES, 2004b, p.38), portanto, em direção de Araucária e Fazenda Rio Grande.

Observando a TABELA 11, que mostra a origem da população do município de Araucária, é possível identificar que é do interior do estado que provém parcela significativa da sua população, demonstrando a importância do processo migratório na composição da população.

**TABELA 11 - COMPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO DE ARAUCÁRIA – PR, 2000**

<b>Nome da Localidade de Origem</b>	<b>Participação (%)</b>
Araucária	26,68
Campo Largo	0,7
Curitiba	17,98
Contenda	1,68
Fazenda Rio Grande	0,07
Mandirituba	0,61
Outras cidades do Paraná	33,29
Rondônia	0,18
Acre	0,02
Amazonas	0,05
Roraima	0,02
Pará	0,33
Amapá	0,01
Tocantins	0,08
Maranhão	0,14
Piauí	0,24
Ceará	0,33
Rio Grande do Norte	0,26
Paraíba	0,38
Pernambuco	0,49
Alagoas	0,23
Sergipe	0,24
Bahia	0,93
Minas Gerais	2,52
Espírito Santo	0,26
Rio de Janeiro	0,43
São Paulo	4,17
Santa Catarina	4,91
Rio Grande do Sul	1,82
Mato Grosso do Sul	0,39
Mato Grosso	0,26
Goiás	0,32
Distrito Federal	0,01
Estrangeiros	0,02

FONTE: ARAUCÁRIA, 2003, p. 16

A migração, além de acarretar crescimento da população do município, também está relacionada à segregação socioespacial de grupos sociais precarizados pelos níveis de rendimentos. De acordo com NEGRELLI (2004),

Araucária enquadra-se nesse cenário de uma industrialização com baixos salários em que os trabalhadores são considerados produtivos excluídos, vivendo aquém das condições que poderiam ser relacionadas a de uma população que vive em um município “rico”, já que (...) parte significativa dos chefes de família apresentavam em 2000 menos de quatro anos de estudo e rendimento médio de até dois salários mínimos. (NEGRELLI, 2004, p. 54)

Esses grupos sociais irão ocupar as áreas ou bairros em que o preço do solo venha a ser mais baixo, vivendo em condições precárias em um município que possui a 2ª arrecadação de ICMS do Estado, depois de Curitiba (IPARDES, 2004b) e um PIB *per capita* de R\$ 44.477,00 (IPARDES, 2002), mas que não se encontra entre os 20 primeiros municípios de acordo com o IDH-M 2000 (IPARDES, 2002).

O QUADRO 9 apresenta alguns indicadores socioeconômicos que compõem seu IDH-M.

**QUADRO 9** - ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL DE ARAUCÁRIA (IDH-M), 2000

IDH-M	0,801
Esperança de vida ao nascer <sup>(1)</sup>	73,8
Taxa de alfabetização de adultos <sup>(2)</sup>	94,22
Taxa bruta de frequência escolar <sup>(3)</sup>	81,84
Renda municipal <i>per capita</i> <sup>(4)</sup>	242,06
Índice de esperança de vida (IDHM-L)	0,813
Índice de educação (IDHM-E)	0,901
Índice de PIB (IDHM-R)	0,689

FONTE: ARAUCÁRIA, 2003, p. 87

Notas:

(1) Anos de vida.

(2) População alfabetizada de 15 anos e mais.

(3) População que frequenta a escola (ensino fundamental, médio, superior e especialização) população na faixa entre 7 e 22 anos.

(4) Todo tipo de renda obtida pelos moradores.

Outro aspecto relacionado ao intenso processo migratório apresentado por certos bairros de Araucária, principalmente àqueles limítrofes a capital, como por exemplo, Campina Grande e Costeira (acesso pelo Bairro Caximba, de Curitiba),

que possuem mais de 80% de migrantes entre seus residentes (NEGRELLI, 2004), é a falta de organização e mobilização popular com relação aos problemas socioambientais, especialmente a poluição atmosférica. Neste sentido, faz com que Araucária se assemelhe a Cubatão – SP (município que possui 68,9% de migrantes), quando HOGAN (1990) enfatiza:

Uma razão importante pela falta de reação ao crescente problema de poluição foi a facilidade com que padrões de migração pendular foram estabelecidos. Milhares de empregos para técnicos, administradores, engenheiros, e operários qualificados podiam ser preenchidos sem pagar o preço de viver com a poluição. O excelente sistema de transportes e a proximidade de cidades vizinhas permitiram a instalação do parque industrial... O padrão de migração pendular tem duas principais, e relacionadas, conseqüências. Primeiro, significa que as conseqüências para a saúde são sentidas principalmente pela população residente de Cubatão, exposta durante vinte e quatro horas por dia, 365 dias por ano. Essa população é, em geral, bem mais pobre que os migrantes pendulares. São os peões da construção civil, guardas noturnos, empregados dos serviços de transporte e da prefeitura. Os melhores empregos na indústria petroquímica e siderúrgica são dos migrantes pendulares. A migração pendular, assim, teve o efeito de concentrar socialmente o preço da poluição. Em segundo lugar, e este é o círculo vicioso da história de Cubatão, a pirâmide social truncada que resultou dos padrões migratórios, diminuiu o potencial para a ação política. O capital social, político e cultural que permite a formação e as conquistas de movimentos sociais foram subtraídos de Cubatão, via migração pendular. Não só a classe média escolarizada, mas os operários sindicalizados da refinaria e da siderúrgica voltaram toda a noite a Santos ou São Vicente. Exatamente os segmentos com uma história de mobilização política foram os menos afetados pela poluição, e os menos motivados a responder ao seu desafio. (HOGAN, 1990, p. 179-181)

Cabe destacar que Araucária em seu conjunto não é considerada cidade dormitório, segundo a Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba – COMEC e enfatizado por NEGRELLI (2004). A demanda por transporte público entre Araucária e a capital, é de 13%, enquanto Almirante Tamandaré, considerada cidade dormitório, apresenta demanda superior a 27%. No entanto, a migração pendular foi aqui abordada, exclusivamente, em relação aos bairros Campina Grande e Costeira em razão da posição e acessibilidade geográfica que apresentam a Curitiba. Por sua vez, entende-se, também, ser necessário maior número de dados e informações que permitam caracterizar e configurar a importância e as conseqüências da migração pendular e, inclusive, do migrante de retorno para esses bairros, aspecto que não foi considerado prioritário nesta pesquisa devido aos seus objetivos.

### 3.4 MONITORAMENTO E QUALIDADE DO AR NA ÁREA URBANA DE ARAUCÁRIA

O monitoramento é fundamental na gestão da qualidade do ar pela variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera.

Para facilitar a divulgação da qualidade do ar e padronizar as informações para todas as substâncias em uma única escala, foi criado o Índice de Qualidade do Ar, “obtido através de função linear segmentada, em que os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar e os níveis, atenção, alerta e emergência. Para cada concentração gravimétrica a função atribui um valor índice, que é um número adimensional.” (IAP, 2001, p. 10) Para o padrão primário é atribuído um índice de 100; para nível de Atenção, um índice de 200; nível de Alerta, 300; nível de Emergência, 400. Os níveis de Atenção, Alerta e Emergência também foram estabelecidos para evitar episódios agudos de poluição do ar, em que, para efeito de divulgação, é utilizado o índice mais elevado, ou seja, a qualidade do ar é determinada pelo pior caso da rede de monitoramento. (IAP, 2001, 2002, 2003; CETESB, 2004)

O mapeamento de impactos ambientais certamente guardará estreita relação com a espacialização diferencial das classes sociais na cidade, peculiar a cada momento de sua história social e política. Quando o crescimento urbano não é acompanhado por aumento e distribuição equitativa dos investimentos em infra-estrutura e democratização do acesso aos serviços urbanos, as desigualdades socioespaciais são geradas ou acentuadas. (COELHO, 2004, p. 37, 39)

Os níveis de Atenção, Alerta e Emergência foram regulamentados pela Resolução CONAMA 03/90 e confirmados pela Resolução SEMA n°. 41/02.

O Índice de Qualidade do Ar é apresentado na TABELA 12, assim como os efeitos à saúde que determinados níveis de concentração de poluentes podem ocasionar. O Índice de Qualidade do Ar apresentado é aquele aplicado pela Cetesb e, portanto válido para o estado de São Paulo. Foi apresentado o índice de São Paulo devido à organização dos dados e informações, que permitem uma visualização e identificação do estado da qualidade do ar de maneira mais ágil.

A Cetesb aplica concentrações mais restritivas para o poluente  $O_3$  que aquela considerada pelo IAP para a RMC e estado do Paraná.

TABELA 12 – ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

Quantificação/ Índice	Nível de Qualidade do Ar	SO <sub>2</sub> Média 24h µg/m <sup>3</sup>	PTS Média 24h µg/m <sup>3</sup>	Produto da Média de SO <sub>2</sub> x PTS Média 24h µg/m <sup>3</sup>	MP <sub>10</sub> Média 24h µg/m <sup>3</sup>	Fumaça Média 24h µg/m <sup>3</sup>	CO Média 8h ppm	O <sub>3</sub> Média 1h µg/m <sup>3</sup>	NO <sub>2</sub> Média 1h µg/m <sup>3</sup>	Descrição dos Efeitos sobre a Saúde
0										
<b>Boa</b> (0 – 50)										
50	<b>50% PQAR</b>	80 <sup>(a)</sup>	80 <sup>(a)</sup>		50 <sup>(a)</sup>	60 <sup>(a)</sup>	4,5	80	100 <sup>(a)</sup>	
<b>Regular</b> (51 – 100)										
100	<b>PQAR</b>	365	240		150	150	9,0	160	320	
<b>Inadequada</b> (101 – 199)										Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia.
200	<b>ATENÇÃO</b>	800	375	65.0000	250	250	15,0	200 <sup>(b)</sup>	1130	
<b>Má</b> (200 – 299)										Decréscimo da resistência física, e significativo agravamento dos sintomas em pessoas com enfermidades cardíaco-respiratórias. Sintomas gerais na população sadia.
300	<b>ALERTA</b>	1600	625	261.000	420	420	30,0	800	2260	
<b>Péssima</b> (300 – 399)										Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis.
400	<b>EMERGÊNCIA</b>	2100	875	393.000	500	500	40,0	1000	3000	
<b>Crítica</b> (> 400)										Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua atividade normal.
500	<b>CRÍTICO</b>	2620	1000	490.000	600	600	50,0	1200	3750	

FONTE: CETESB, 2004, p. 21

(a) – PQAR anual

(b) No estado de São Paulo vigora concentração mais restritiva para o O<sub>3</sub> no nível de ATENÇÃO: no Paraná permanece a prevista na Resolução CONAMA 03/90, confirmada pela Res. SEMA 41/02 de 400 µg/m<sup>3</sup>.

O município de Araucária conta com 7 estações de monitoramento do ar. A localização e os parâmetros (poluentes e variáveis meteorológicas) monitorados podem ser observados no QUADRO 10, a partir do qual se pode inferir que cinco estações são recentes e as outras, implantadas na década de 80, deixaram de monitorar PTS e MP<sub>10</sub>.

**QUADRO 10 – REDE DE MONITORAMENTO DO AR EM ARAUCÁRIA - PR**

Estação de Monitoramento	Bairro (Localização)/ categoria	Parâmetros poluentes	Parâmetros meteorológicos	Responsável pelo custo operacional/ gerenciamento	Funcionamento
SEM – Seminário (manual)	Sabiá (Praça Seminário)/ industrial e centro	Fumaça, SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>	Não são monitorados	IAP	Desde 1985
ASS – Assis (manual)	Fazenda Velha (CSU)/ industrial	Fumaça, SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>		IAP	Desde 1985
SS – São Sebastião (manual)	Tindiquera (EM Gen. Celso A. D. Santos) bairro	Fumaça, SO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>		IAP	Desde 1985
ASS – Assis (automática)	Fazenda Velha (CSU)/ industrial	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PTS	Temperatura (máxima, média, mínima), umidade relativa, radiação global, (sem radiação UV), pressão, velocidade e direção do vento	Prefeitura Municipal/ LACTEC	Abril 2000
CISA – (automática)	Sabiá (CISA)/ industrial	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PTS, CO, PI, HCT	Temperatura (máxima, média, mínima), umidade relativa, pressão, velocidade e direção do vento	CISA e IAP/ LACTEC	Agosto 2002
UEG - (automática)	Centro (NIS III)/ industrial e centro	SO <sub>2</sub> , CO, O <sub>3</sub>	Temperatura (máxima, média, mínima), umidade relativa, radiação global, (sem radiação UVA), pressão, velocidade e direção do vento	UEG e IAP/ LACTEC	Maio 2003
REP - REPAR (automática)	Tindiquera (REPAR)/ industrial	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , PTS, CO, PI, Benzeno, tolueno, etilbenzeno	Temperatura (máxima, média, mínima), umidade relativa, radiação global, pressão, velocidade e direção do vento	REPAR/ LACTEC	Julho 2003

FONTE: IAP, 2003 (Organização: Simone Laís de SOUZA)

A implantação da rede de monitoramento no município resultou das repercussões do nível das emissões atmosféricas na década de 80 – expresso em notícias publicadas pela imprensa local, paranaense e nacional – causadas principalmente pela Ultrafertil, Petrobrás, Siderúrgica Guaíra, Incopa e Cocelpa. Tais empresas, pressionadas pela publicação dessas notícias, pela atuação da ONG



AMAR (Associação de Moradores de Araucária) e pela influência considerável da divulgação dos efeitos adversos das substâncias contaminantes presentes no ar, participaram de reuniões para a criação do “Pacto de Araucária”.

Em agosto de 1985, após Araucária bater por dez dias consecutivos recordes de poluição no ar, foi proposto um acordo, que políticos, ambientalistas e empresários chamariam de ‘Pacto de Araucária’. Em virtude desta medida, dez estações de medição da poluição foram instaladas pela extinta Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SUREHMA). (JORNAL CIDADE, 2005, p. 3)

Atualmente, a SMMA divulga boletins mensais da qualidade do ar (desde junho de 2004) na página eletrônica da Prefeitura Municipal de Araucária ([www.araucaria.gov.pr.br](http://www.araucaria.gov.pr.br)). Nos boletins, constam gráficos e diagnósticos baseados no Índice de Qualidade do Ar. Alguns parâmetros são apresentados em relatórios à parte, porém sem a indicação das razões.

Mesmo sendo uma iniciativa importante – na verdade, o cumprimento do previsto na legislação ambiental por parte do poder público municipal – os boletins apresentam configurações diferenciadas até o presente momento (jan. 2005), como, por exemplo: o fato de a divulgação dos dados apresentar apenas registros diários e não horários, conforme previsto na legislação; não são apresentadas informações de todas as estações de monitoramento, nem mesmo constam todos os parâmetros determinados pelo CONAMA. Em suma, o diagnóstico apresentado é extremamente sintético, não sendo acessível à comunidade de modo geral, principalmente por encontrar-se em meio digital, em página da Web.

## 4 METODOLOGIA

Ao considerar o clima da cidade como um sistema – um conjunto de componentes ligados por fluxos de energia e matéria, funcionando como uma unidade – entende-se a existência de hierarquias de sistemas, todos parcialmente independentes, mas firmemente vinculados entre si.

O sistema é um conjunto de unidades interdependentes entre si. A palavra conjunto indica que as unidades possuem propriedades comuns. Cada unidade tem seu estado controlado, condicionado ou dependente do estado das outras unidades. (CHRISTOFOLETTI, 1979)

A partir da delimitação de um sistema, este se configura como um conjunto completo, em que elementos, variáveis e relações são passíveis de análises. A principal análise recai sobre “as qualidades atribuídas aos elementos e ao sistema”. O objetivo da pesquisa e o quadro teórico-conceitual orientou a escolha das variáveis, dos elementos e dos procedimentos de análise. (CHRISTOFOLETTI, 1979)

É no bojo do processo de urbanização, com todas as implicações ambientais decorrentes, que se configura o conceito de clima urbano como um sistema que compreende o clima de um determinado espaço terrestre e sua urbanização. Trata-se, portanto, de uma modificação substancial do clima local devido à concentração populacional, densidade e tipo de edificações, que interferem na intensidade das variáveis meteorológicas, umidade relativa, precipitação, temperaturas, velocidade e direção dos ventos e composição da atmosfera. (MONTEIRO, 1976, 2003; CHRISTOFOLETTI, 1979)

Para CHRISTOFOLETTI (1979), dois são os elementos fundamentais em uma abordagem sistêmica de clima urbano: a superfície da área urbana e a camada atmosférica adjacente. A partir desses dois elementos, outras variáveis são levadas em consideração.

O Sistema Clima Urbano – S.C.U, proposto por MONTEIRO (1976, 2003), permite compreender e avaliar o impacto ao meio ambiente, em especial à atmosfera, provocado pela urbanização e pelos processos e dinâmicas existentes na cidade.

visa compreender a organização climática peculiar da cidade e, como tal, é centrado essencialmente na atmosfera que, assim, é encarada como *operador*. Toda a ação ecológica natural e as associações aos fenômenos da urbanização constituem o conjunto sobre o qual o operador age. Por isso, tudo o que não é atmosférico e que se concretiza no espaço urbano, incluindo o homem e demais seres vivos, constitui elementos do sistema, estruturando-se em partes que, através de suas reações, definem atributos especiais. Assim, esse conjunto complexo e estruturado constitui o *operando* do sistema. Pela sua natureza, é um tipo especial de operando, que não é estático ou passivo. (MONTEIRO, 2003, p. 21)

Essa perspectiva permite maior flexibilidade na abordagem dos problemas ambientais, por considerar de forma integrada seus elementos e a relação entre eles. Possibilita, assim, a análise da relação clima/local e a urbanização em um processo evolutivo dentro de um contexto dinâmico e mais abrangente.

Os processos no S. C. U. proposto por MONTEIRO (1976) têm seu início quando, do *input* dos insumos, atravessam toda a organização, todo o sistema e, ao passarem pela etapa de transformação, indicam, por meio da produção, o que será gerado e como será percebido. Esse faseamento possibilita a avaliação das relações entre o núcleo e o ambiente do sistema.

A percepção e a conscientização dos problemas da cidade, em especial no caso do seu clima, decisivo à qualidade ambiente urbana, induzem a anseios, expectativas que, ao nível social, são extremamente importantes para encontrar os referenciais de valores no estabelecimento das metas. (MONTEIRO, 1976, p. 101)

São três os canais de percepção humana que estão estreitamente vinculados, mas que podem ser trabalhados separadamente para se adequar aos objetivos da pesquisa. O Canal II: A Qualidade do Ar - Subsistema Físico-Químico é o canal da percepção que atendeu aos objetivos desta pesquisa. É definido a partir de um conjunto de fenômenos relativos à cidade, à urbanização e ao ambiente. Entre os fenômenos são consideradas as atividades produtivas, a concentração urbana e industrial, o fluxo de veículos automotores que acabam contaminando a atmosfera dos centros urbanos. (MONTEIRO, 1976)

A abordagem proposta por MENDONÇA (2002, 2004) consolida uma análise mais abrangente e integradora da relação sociedade e natureza, pois, na concepção do autor, “um estudo elaborado em conformidade com a *geografia socioambiental* deve emanar de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação

entre a sociedade e a natureza, explicitem degradação de uma ou de ambas.” (MENDONÇA, 2002, p. 134)

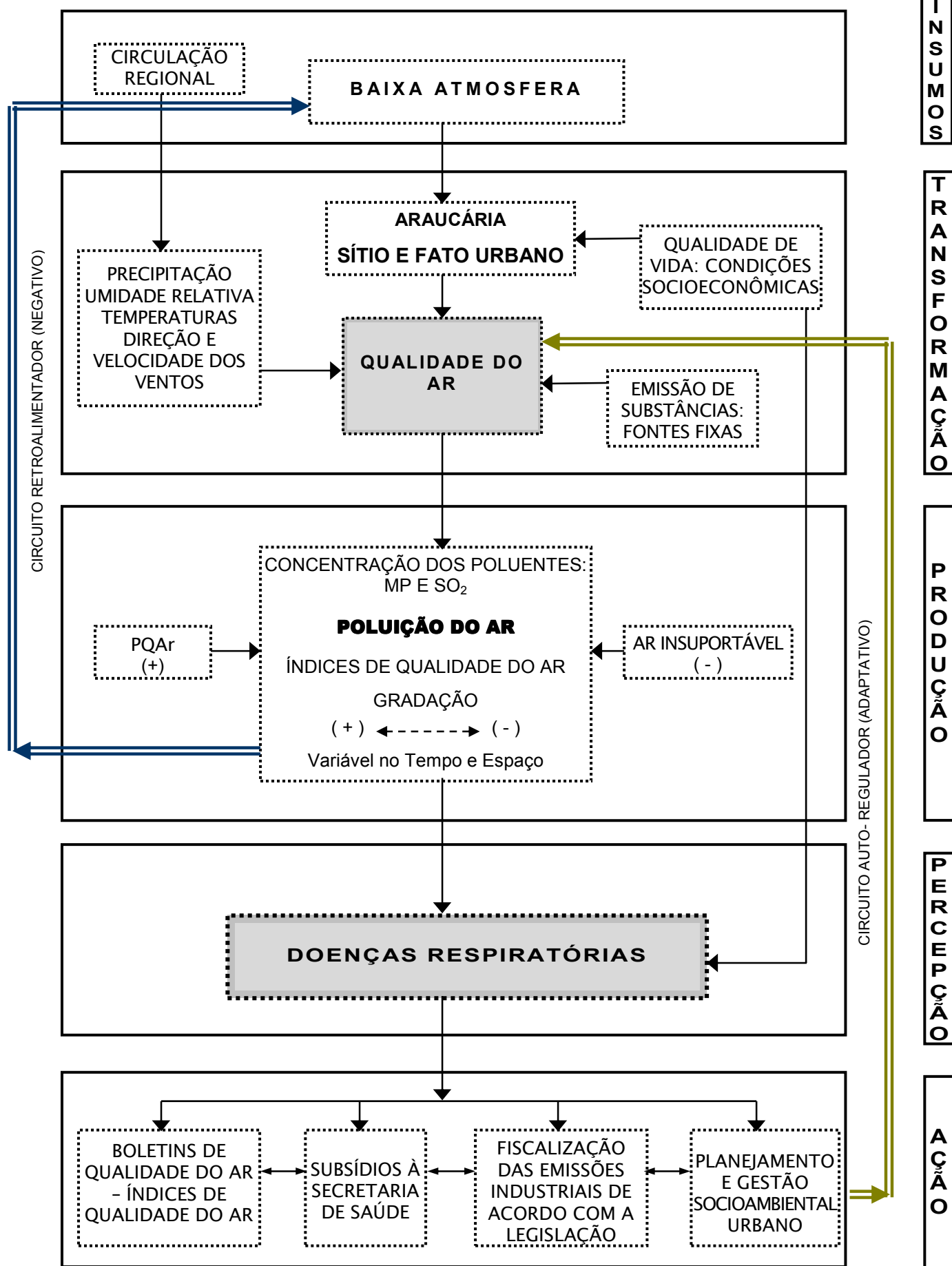
Para MENDONÇA (2002, 2004), os problemas da cidade são problemas socioambientais. Se o fato urbano explicita o nível de modificações produzidas pela sociedade, ele também expressa a “dependência humana de um substrato natural que a contém e lhe dá sustentação”. (MENDONÇA, 2004, p. 189) Portanto,

o social compõe apenas uma parcela do ambiente. Os elementos da natureza não devem ser reduzidos somente a recursos, pois antes de serem transformados constituem-se em bens e elementos naturais que possuem dinâmica própria e que independem da apropriação social; como tal desempenham papel fundamental na estruturação do espaço geográfico. (...) O objeto de estudo da geografia socioambiental, construto contemporâneo da interação entre a natureza e a sociedade, não pode ser concebido como derivador de uma realidade onde seus dois componentes sejam enfocados de maneira estanque e independentes, pois é a relação dialética entre eles que dá sustentação ao objeto. (MENDONÇA, 2002, p. 138, 140)

O Sistema Ambiental Urbano – S. A. U. (MENDONÇA, 2004) amplia as possibilidades da análise, pois as relações entre os elementos e componentes do sistema são privilegiadas. Assim, compreende-se ser o principal ponto de convergência com o S. C. U. (MONTEIRO, 1976), mesmo porque as duas abordagens são integrantes da perspectiva sistêmica. Os problemas socioambientais urbanos são analisados a partir da relação e interação entre a sociedade e a natureza e, conforme Mendonça (2004, p. 201), “há que se identificar os atores sociais envolvidos – individual e institucionalmente – bem como os responsáveis e as vítimas dos problemas”:

Os problemas socioambientais urbanos surgem da interação entre estes três Subsistemas [Natural, Construído e Social] (output) e devem ser trabalhados na perspectiva do planejamento e da gestão socioambiental urbana. O S. A. U. constitui um sistema complexo e aberto. Ele se subdivide, primeiramente, nos três subsistemas comentados, que são ao mesmo tempo o input e os atributos do sistema, podendo se dividir numa considerável quantidade de subsistemas ou instâncias daqueles. (MENDONÇA, 2004, p. 201-202)

A FIGURA 2 representa o modelo metodológico elaborado para esta pesquisa, em que se buscou privilegiar as relações entre os elementos do sistema, considerando a dinâmica da natureza e a dinâmica social em um contexto mais abrangente, que é a sociedade moderna e industrial, organizada em classes em um país de desenvolvimento complexo.



**FIGURA 2 – MODELO METODOLÓGICO DA PESQUISA**

S. C. U. – Subsistema: Físico-Químico - Qualidade do Ar

FONTE: MONTEIRO, 1976, p. 128; MENDONÇA, 2004, p. 201. (Organização: Simone Laís de SOUZA)

#### 4.1 PROCEDIMENTOS

Para a análise dos efeitos nocivos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde dos habitantes, a Epidemiologia e a Saúde Ambiental utilizam séries temporais. LATORRE (2001, p. 147) define que “uma série temporal, também denominada série histórica, é uma seqüência de dados obtidos em intervalos regulares de tempo durante um período específico”.

Associados às séries temporais, os estudos ecológicos utilizam informações quanto à exposição aos poluentes atmosféricos e taxas de morbidade para grupos de indivíduos, estes definidos por bairros, cidades, regiões ou países. Tal estudo é denominado de estudo ecológico temporal, ao avaliar a relação exposição aos poluentes do ar e efeitos à saúde, associando os níveis diários dos poluentes às contagens diárias de atendimentos por doenças respiratórias. (CASTRO, 2003)

A inferência entre as taxas de morbi-mortalidade e os níveis de poluição urbana depende da identificação da relação entre as flutuações destas taxas diárias e os níveis de poluição no mesmo dia ou em alguns dias precedentes. (DAUMAS; MENDONÇA; LEÓN, 2004)

Os estudos ecológicos procuram demonstrar as associações entre a exposição a um determinado fator ou risco ambiental e o surgimento de efeitos adversos à saúde. Para avaliar a exposição, é necessário considerar se:

as variáveis de interesse devem ajudar a responder questões básicas para as investigações epidemiológicas, tais como: quais as pessoas ou grupos mais expostos; qual o local, incluindo os pontos de emissão, onde estão situadas as fontes de poluição e quais as características específicas deste local que podem influir na exposição; e qual o risco de absorção das diferentes vias de exposição. (...) A população de interesse para a Saúde Ambiental, (...) dependendo dos objetivos do estudo, [pode ser dada] uma prioridade para grupos especiais da população de maior susceptibilidade aos agentes e condições patogênicos: as crianças, por estarem em uma fase de desenvolvimento físico e psicológico que pode conferir diferentes níveis de absorção do poluente; mulheres em idade fértil, pela possibilidade de transferência de substâncias tóxicas ao feto através da via placentária; e os idosos, pela diminuição da resistência orgânica, entre outros. Por se tratar de ambiente, também as características sociais e físicas do local são de grande importância, além de outros fatores como condições meteorológicas, topográficas, hidrográficas e geológicas. (CÂMARA; TAMBELLINI, 2003, p. 98)

Para CÂMARA e TAMBELLINI (2003), a relação saúde e meio ambiente é complexa, pois envolve diferentes campos do conhecimento, sendo necessário

muitas vezes incorporar questões como saneamento básico, poluição, equidade social, indicadores ambientais, biológicos e clínicos, além de incluir as situações de risco geradas pelos processos produtivos.

Podem ser também objetos de pesquisa epidemiológica os aspectos relacionados a situações causadas pelo ambiente físico: alterações terrestres e do ecossistema aquático, e mudanças do clima do planeta que interferem na frequência e na gravidade de doenças, particularmente as de origem infecciosa; desigualdades na distribuição da renda e, como consequência, a pobreza de parcelas significativas da população, causadas por processos não sustentáveis de desenvolvimento econômico e social dos países; e alterações no perfil de morbi-mortalidade por oferecimento de água de consumo e saneamento ambiental de má qualidade. Isto significa que, no plano das explicações das doenças da coletividade (estrutura e dinâmica dos agravos; perfis, distribuição e gravidade das doenças) e ampliando as explicações ao domínio dos conceitos de qualidade de vida e saúde, torna-se imprescindível atualmente o aporte da questão ambiental, ou seja, da “categoria ambiente” em suas múltiplas dimensões para a compreensão integralizada destes problemas. (...) ... pode-se afirmar que a metodologia epidemiológica é utilizada em Saúde Ambiental para descrever, analisar ou interferir na relação entre a exposição a poluentes ambientais e a ocorrência de efeitos adversos para a saúde das populações. (CÂMARA; TAMBELLINI, 2003, p. 97)

Esta pesquisa se insere no contexto de estudo ecológico de séries temporais por ter considerado o número de atendimentos diários de doenças respiratórias ocorridos nos Centros de Saúde urbanos de Araucária, no período compreendido entre 1º de janeiro de 2001 e 31 de dezembro de 2003. Para o mesmo período, correlacionou os níveis diários de concentração de MP e SO<sub>2</sub> às variáveis meteorológicas: temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima, precipitação, umidade relativa do ar, velocidade e frequência da direção dos ventos. O número de atendimentos diário por DR's foi organizado conforme o bairro de residência do paciente. Para tanto, identificou-se a população infantil, de 0 a 6 anos, e a população idosa, de 60 anos ou mais, que foi atendida a cada dia do período de estudo, assim como os bairros urbanos com os maiores números de atendimentos e a localização destes em relação ao CIAR. A qualidade de vida dos bairros urbanos de Araucária foi correlacionada às análises, pois o ambiente urbano expressa características socioeconômicas e de infra-estrutura urbana que tornam determinados grupos sociais mais vulneráveis, com menor capacidade de enfrentamento e de resposta à exposição aos contaminantes atmosféricos.

#### 4.1.1 Dados sobre poluentes atmosféricos e variáveis meteorológicas

Os dados diários dos poluentes atmosféricos, SO<sub>2</sub> e MP, foram fornecidos pelo IAP – Instituto Ambiental do Paraná e pelo LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Esta instituição, juntamente com o SIMEPAR – Serviço de Informações Meteorológicas do Paraná, forneceram os dados diários meteorológicos para o período de 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2003.

As duas estações de monitoramento do ar localizadas em Araucária que forneceram os dados para esta pesquisa foram a Estação Seminário (IAP), localizada no Bairro Sabiá, identificada no MAPA 5 com o número 1, e a Estação Assis (LACTEC), localizada no Bairro Fazenda Velha, identificada com o número 2.

O IAP forneceu os dados diários de concentração de SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) para o período de estudo: 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2003. O número de dias que apresentaram falta de dados foi: em 2001, 10 dias; em 2002, 20; em 2003, 5, totalizando 35 dias sem dados.

O LACTEC forneceu os dados diários de concentração de SO<sub>2</sub> (ppb), MPTS (µg/m<sup>3</sup>), Temperatura Média (°C), Umidade Relativa (%), Vento – velocidade (m/s) e direção (dados horários), Radiação Geral (w/m<sup>2</sup>), UV (w/m<sup>2</sup>), Pressão (hPa). Estas três últimas variáveis não foram utilizadas na pesquisa.

Para o SO<sub>2</sub> foi utilizada a nota da TABELA 6 para conversão de ppb para µg/m<sup>3</sup>. O número de dias que apresentaram falta de dados para este poluente foi: em 2001, 39 dias; em 2002, 99; em 2003, 59, totalizando 196 dias sem dados.

O número de dias com falta de dados para o MP foi de: em 2001, 79; em 2002, 130; em 2003, 261, totalizando 470 dias sem dados na série temporal.

Para Temperatura Média, o número de dias que apresentaram falhas foi: em 2001, 236; em 2002, 123; em 2003, 57, totalizando 416 dias sem dados.

Para a Umidade Relativa o número de dias com falhas foi: em 2001, 31; em 2002, 96; em 2003, 57, totalizando 184 dias.

Quanto à variável Vento-velocidade foi registrado o seguinte número de dias com falhas: em 2001, 31 dias; em 2002, 98; em 2003, 79, totalizando 208 dias sem dados.

Para variável Vento-direção foram fornecidos dados horários, mas o número de horas com falhas foi: em 2001, 978 horas; em 2002, 2652 horas; em 2003, 2610 horas, totalizando: 6240 horas, ou seja, 260 dias sem dados.



O SIMEPAR, a partir da Estação de Monitoramento localizada na UFPR, Curitiba – PR, forneceu dados horários de variáveis meteorológicas (sem falha de dados): temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima e precipitação. A Estação de Monitoramento do SIMEPAR apresenta uma altitude de 935 metros acima do nível do mar (a altitude média de Araucária é de 897 metros), tendo como coordenadas de referência a latitude 25° 43' 33" S e a longitude 49° 26' 66" WGr (Araucária: a latitude 25° 35' 35" S e a longitude 49° 24' 37" WGr) e a distância da estação SIMEPAR até a sede do município é de cerca de 20 quilômetros.

#### 4.1.2 Dados de doenças respiratórias

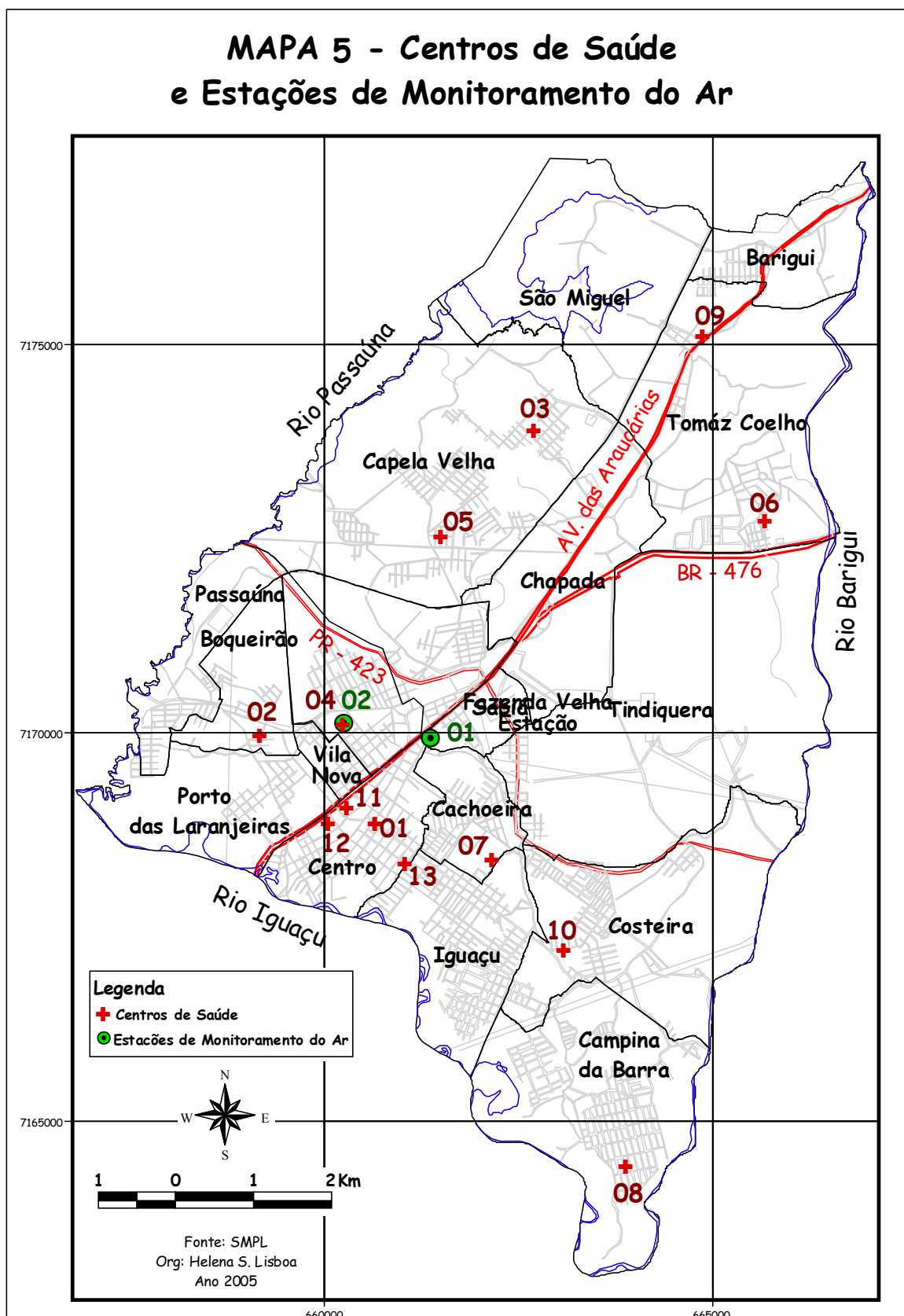
A série temporal selecionada para pesquisa ocorreu devido à confiabilidade dos dados, armazenados em meio digital.

Os dados diários de atendimentos por doenças respiratórias da população infantil (0 a 6 anos de idade) e da população idosa (60 anos de idade ou mais) para o período de 2001 a 2003, cerca de 105.000 atendimentos, foram fornecidos pelos Centros de Saúde (CS) da Secretaria Municipal da Saúde e pela Secretaria Municipal de Planejamento de Araucária.

Os Centros de Saúde urbanos são identificados no MAPA 5 pelos números:

1. C. S. Araucária (CSA), Bairro Centro.
2. C. S. Dom Inácio Krause (CS BOQUEIRÃO), Bairro Boqueirão.
3. C. S. CAIC Pedro Viriato Paigot de Souza (CS CAIC), Bairro Capela Velha.
4. C. S. São Francisco de Assis (CS CSU), Bairro Fazenda Velha.
5. C. S. Dr. Silvio Skraba (CS INDUSTRIAL), Bairro Capela Velha.
6. C. S. Padre Francisco Belinowski (CS PADRE CHICO), Bairro Thomaz Coelho.
7. C. S. Santa Mônica (CS STA), Bairro Cachoeira.
8. C. S. São José (CS TUPY), Bairro Campina da Barra.
9. C. S. Nossa Senhora de Fátima (CS VILA ANGÉLICA), Bairro Thomaz Coelho.
10. C. S. Alceu do Vale Fernandes (CS COSTEIRA), Bairro Costeira.
11. C. S. Núcleo Integrado de Saúde III (NIS III), Bairro.
12. C. S. Centro de Especialidades Médicas (CEM), Bairro Centro.
13. C. S. Joelma do Rocio Túlio (ESCOLA ESPECIAL), Bairro Centro.

O MAPA 5 localiza os 13 Centros de Saúde citados acima e as Estações de Monitoramento do Ar: Seminário – IAP (1) e Assis – LACTEC (2).



**MAPA 5 - CENTROS DE SAÚDE URBANOS E ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO DO AR**

A população infantil (0 a 6 anos) e a população idosa (60 anos ou mais) foram selecionadas devido ao fato de a literatura acadêmica indicá-las como os grupos mais suscetíveis à exposição aos poluentes atmosféricos. Outro aspecto considerado é que essas faixas etárias representam indicador de que, além de residentes, passam a maior parte do seu tempo na cidade de Araucária.

Existem vários indicadores socioeconômicos que podem ser utilizados para avaliar a qualidade de vida. Para esta pesquisa foram utilizados os indicadores socioeconômicos da pesquisa desenvolvida por NEGRELLI, na cidade de Araucária, em 2004. Os dados dos 18 bairros utilizados por esta autora foram:

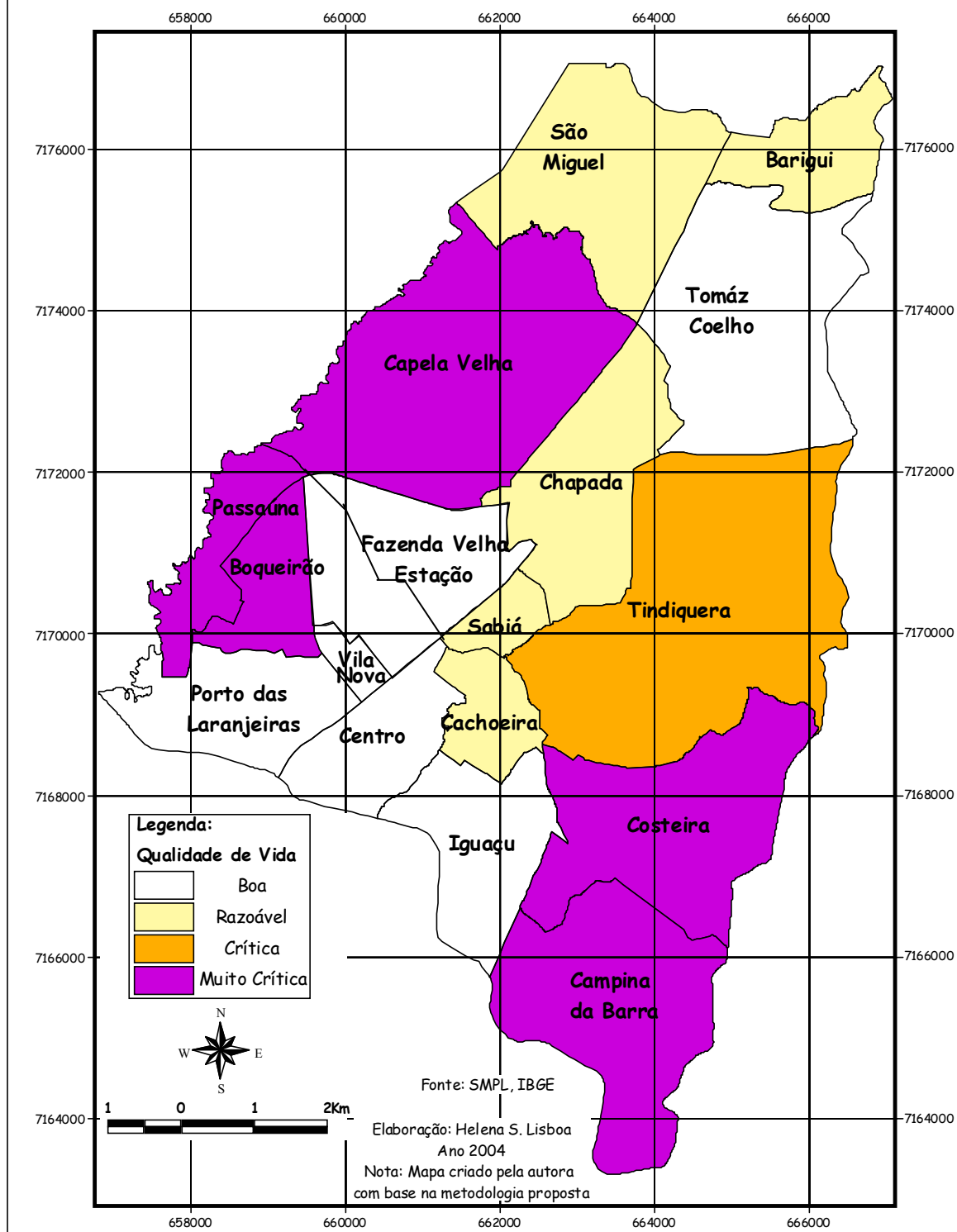
- Taxa de crescimento populacional;
- População com mais de 60 anos (%);
- População de 0 a 14 anos (%);
- Densidade demográfica por bairro;
- Número de moradores por domicílio;
- Número de vagas em creches por bairro;
- Número de crianças em lista de espera nas creches municipais;
- Chefes de família com menos de 4 anos de estudo (%);
- Chefes de família com renda média menor que 2 salários mínimos e maior que 5 salários mínimos (%);
- Pessoas alfabetizadas (%) e
- Número de pessoas com mais de 15 analfabetas (%).

A classificação da qualidade de vida proposta por NEGRELLI (2004, p. 89) foi construída considerando “a média dos valores obtidos para a área urbana do município [que] foi usada como um divisor para os dados, ou seja, os bairros foram considerados de acordo com a média total”. O critério da classificação da qualidade de vida foi organizado como segue (NEGRELLI, 2004, p. 91):

- Oito ou nove indicadores acima da média – **BOA**
- Cinco a sete indicadores acima da média – **RAZOÁVEL**
- Três a quatro indicadores acima da média – **CRÍTICA**
- Zero a dois indicadores acima da média – **MUITO CRÍTICA**

A partir desses critérios, NEGRELLI (2004) produziu o MAPA 6, representando a qualidade de vida na área urbana de Araucária em 2000. O mapa e os indicadores foram utilizados para correlacionar o número de atendimentos por DR's por bairro e a qualidade de vida que apresentam, considerando também as variáveis meteorológicas e o nível de concentração dos poluentes MP e SO<sub>2</sub>.

## MAPA 6 - Qualidade de Vida na Área Urbana de Araucária em 2000



**MAPA 6 - QUALIDADE DE VIDA NA ÁREA URBANA DE ARAUCÁRIA EM 2000**  
FONTE: NEGRELLI, 2004, p. 93

## **5 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E QUALIDADE DE VIDA NA CIDADE DE ARAUCÁRIA**

O objetivo desta parte inicial do capítulo é apresentar um quadro ou um cenário geral dos atendimentos por DR's na área urbana do município e a sua correlação com os níveis de concentração dos poluentes e as variáveis meteorológicas, discutindo a vulnerabilidade das faixas etárias da pesquisa. Em item posterior, foram realizadas análises anuais, sazonais, mensais e de episódios agudos, para, na seqüência (item 5.2), ser abordada a espacialização das DR's nos bairros urbanos de Araucária.

O número de atendimentos por doenças respiratórias em Araucária no período de 1º de janeiro de 2001 a 31 de dezembro de 2003 foi analisado procurando priorizar, identificar e explicar a relação entre:

- a concentração de poluentes.
- a localização das indústrias sujas e a direção e velocidade dos ventos.
- as temperaturas mínima, média e máxima e amplitude térmica.
- a precipitação e umidade relativa do ar.
- a distribuição nos bairros urbanos e a influência da qualidade de vida dos mesmos.

Conforme ROUQUAYROL e ALMEIDA Fº (2003), é na realidade concreta do município que se torna clara a relação entre qualidade de vida e riscos ambientais a que a população residente é exposta. Há reconhecimento da multiplicidade de causas, na determinação da saúde ou da doença, e de que estas estão relacionadas a alguns fatores, entre eles, o ambiente, pois este:

Agrupar os fatores externos ao organismo, em suas dimensões física, abrangendo aspectos geofísicos (clima, acesso à água, radiações), exposição a agentes poluentes de diversas naturezas (pesticidas, gases) e social. Essa última, que envolve o nível socioeconômico, renda, escolaridade, tipo de inserção no mercado de trabalho, exposição a riscos ocupacionais e a absorção de novas tecnologias. (ROUQUAYROL; ALMEIDA Fº, 2003, p. 302)

Assim como o ambiente urbano pode influenciar o surgimento, incremento e agravamento de doenças respiratórias, a disponibilidade e quantidade dos recursos destinados à saúde pública em muito contribui na oferta, distribuição e qualidade destes serviços, inclusive na acessibilidade geográfica, que implica considerar o

local de residência das pessoas, o custo de transporte e o tempo para se deslocar até os centros de saúde. Além do ambiente e organização dos serviços de saúde, os outros fatores de risco são a biologia humana e os estilos de vida. (ROUQUAYROL; ALMEIDA Fº, 2003)

PORTO e FREITAS (1996) citam o relatório da Organização Mundial de Saúde de 1992, com relação às indústrias e o meio ambiente. Neste documento foi enfatizado que populações expostas a significativas emissões de poluentes industriais apresentam efeitos adversos, com maiores taxas de morbidade e mortalidade quando comparadas às populações não-expostas. A morbidade hospitalar por doenças do sistema respiratório é a segunda causa de internações no município de Araucária. A TABELA 13 apresenta o número de internações por grupo de causas em Araucária no período de estudo.

**TABELA 13** - MORBIDADE HOSPITALAR DE ARAUCÁRIA - PR, 2001 a 2003:  
INTERNAÇÕES POR GRUPO DE CAUSAS, CID - 10

Grupo de causas	2001	2002	2003
XV. gravidez, parto e puerpério	2.005	1.896	1.700
X. doenças do aparelho respiratório	1.015	1.103	1.109
XI. doenças do aparelho digestivo	892	859	836
IX. doenças do aparelho circulatório	835	951	836

FONTE: DATASUS, 2005 (Organização: Simone Laís de SOUZA)

A literatura acadêmica aborda de maneira ampla as relações entre a deterioração da qualidade do ar e suas implicações, pois repercute especialmente nas crianças com desnutrição, idosos e pessoas que sofrem de doenças respiratórias crônicas, como asma e bronquite. Segundo JACOBI (2004), o incremento das concentrações de poluentes atmosféricos provoca um aumento das taxas de morbi-mortalidade por doenças respiratórias nos idosos e nas crianças, especialmente nos dois dias que se seguem aos níveis mais altos de poluentes. As crianças, por possuírem maior taxa de inalação por massa física do que os adultos, tornam-se mais suscetíveis aos poluentes atmosféricos; os idosos, pelo fato de, com o envelhecimento, sofrerem a modificação ou a deterioração dos processos fisiológicos e bioquímicos. Além disso, as condições socioeconômicas em que as pessoas vivem contribuem imensamente para um quadro de subnutrição, ausência

de infra-estrutura, sobretudo em saneamento básico, o que em geral se traduz em níveis de suscetibilidade. Portanto, a suscetibilidade pela faixa etária pode ser aumentada quando combinada com a suscetibilidade gerada pela precariedade da qualidade de vida, uma vez que as condições precárias contribuem para agravar o quadro da vulnerabilidade social das populações quotidianamente expostas aos poluentes atmosféricos em ambiente urbano marcado pela presença de fontes de emissões de substâncias, como é o caso das indústrias poluentes existentes na cidade de Araucária.

Neste contexto, a menor capacidade de resposta ou de estratégias de enfrentamento de indivíduos, famílias, grupos ou comunidades a situações de risco no seu entorno refere-se à sua vulnerabilidade. Esse fato, como decorrência, pode afetar o seu bem-estar. (HOGAN et al, 2000; CUNHA et al, 2004;)

O relatório da OMS, 1992 (PORTO; FREITAS, 1996), também destaca a gravidade de determinados poluentes atmosféricos:

Esses poluentes [PI, SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub>] contribuem para o quadro crônico de uma série de afecções, sobretudo no sistema respiratório. Para se ter uma idéia da gravidade dos riscos que alguns dos poluentes mencionados representam para a saúde, pode-se tomar como referência os grupos populacionais considerados sob risco pelo Centro de Controle e Prevenção de Doenças dos EUA (CDC). O CDC indica que as grandes emissões de poluentes, como PI, SO<sub>2</sub> e NO<sub>2</sub> colocam sob maior risco os seguintes grupos de população: crianças e pré-adolescentes com idade até 13 anos; idosos com 65 anos ou mais. Pessoas com menos de 18 anos portadoras de asma pediátrica; adultos maiores de 18 anos com asma; pessoas com doenças de obstrução pulmonar crônica; pessoas com doenças coronárias; mulheres grávidas; crianças com idade até cinco anos. (PORTO; FREITAS, 1996, p. 1118)

A TABELA 14 apresenta a população residente em Araucária para os anos de 2001 a 2003, ano e faixa etária; a TABELA 15, a morbidade hospitalar por doenças respiratórias (CID – 10), por faixa etária, no período de estudo.

Pode-se inferir, a partir das TABELAS 14 e 15, que as faixas etárias pesquisadas – 0 a 6 anos e 60 anos ou mais (sem considerar a faixa de 5 a 9 anos) – representaram em 2001, 2002 e 2003 taxa de morbidade hospitalar de 70%, 65% e 58%, respectivamente. O número de atendimento por DRs para as faixas etárias menor de 1 ano, 1 a 4 anos, 60 a 80 anos ou mais representou, no conjunto da população do município, 4,4% em 2001, 4,4% em 2002 e 3,8% em 2003. Cabe

destacar que a faixa etária de 5 a 6 anos não foi incluída e que, no conjunto da população do município, está presente a população rural.

**TABELA 14 - POPULAÇÃO RESIDENTE NO MUNICÍPIO DE ARAUCÁRIA-PR: POR ANO E FAIXA ETÁRIA**

<b>ANO</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
<b>FAIXA ETÁRIA/TOTAL</b>	<b>98.120</b>	<b>101.105</b>	<b>104.285</b>
Menor de 1 ano	2.078	2.141	2.208
1 a 4 anos	8.411	8.668	8.941
5 a 9 anos	10.381	10.697	11.032
10 a 14 anos	9.923	10.223	10.545
15 a 19 anos	9.826	10.125	10.443
20 a 29 anos	19.016	19.595	20.210
30 a 39 anos	16.085	16.574	17.096
40 a 49 anos	11.168	11.508	11.871
50 a 59 anos	5.850	6.028	6.218
60 a 69 anos	3.306	3.406	3.514
70 a 79 anos	1.557	1.605	1.655
80 anos e mais	519	535	552

FONTE: DATASUS, 2005 (Organização: Simone Laís de SOUZA)

**TABELA 15 - MORBIDADE HOSPITALAR DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (CID – 10) POR FAIXA ETÁRIA EM ARAUCÁRIA, 2001 a 2003**

<b>ANO</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
<b>FAIXA ETÁRIA/TOTAL</b>	<b>1.015</b>	<b>1.103</b>	<b>1.109</b>
Menor de 1 ano	160	163	139
1 a 4 anos	182	188	225
5 a 9 anos	41	72	119
10 a 14 anos	25	25	33
15 a 19 anos	22	20	35
20 a 29 anos	40	59	52
30 a 39 anos	52	53	71
40 a 49 anos	55	51	60
50 a 59 anos	81	105	97
60 a 69 anos	124	108	86
70 a 79 anos	169	190	135
80 anos e mais	64	69	57

FONTE: DATASUS, 2005 (Organização: Simone Laís de SOUZA)



A cidade de Cubatão, no estado de São Paulo – conhecida amplamente pelos efeitos à saúde gerados por poluentes atmosféricos emitidos pelos gêneros industriais existentes em seu território –, reforça a relação poluição do ar e taxas de morbi-mortalidade de DR's. A TABELA 16 apresenta uma comparação do risco relativo de óbitos por doenças respiratórias e faixa etária entre Araucária e Cubatão, no período de 2001 a 2003. O risco relativo expressa a força ou magnitude de uma associação; são coeficientes ou medidas de risco. Os coeficientes são também medidas de probabilidade, ou seja, a relação entre o número de eventos reais e os que poderiam acontecer. (ROUQUAYROL; ALMEIDA F°, 2003)

**TABELA 16 – RISCO RELATIVO DE ÓBITOS POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS (CID – 10) E FAIXA ETÁRIA EM CUBATÃO – SP E ARAUCÁRIA – PR, 2001 a 2003 (POR GRUPO DE 10.000 PESSOAS)**

ANO	2001		2002		2003	
FAIXA ETÁRIA/MUNICÍPIO	Cubatão	Araucária	Cubatão	Araucária	Cubatão	Araucária
Menor de 1 ano	14	<b>10</b>	14	<b>19</b>	9	<b>9</b>
1 a 4 anos	-	-	1	-	1	-
5 a 9 anos	2	-	-	-	1	-
10 a 14 anos	-	-	-	-	-	-
15 a 19 anos	3	<b>1</b>	-	-	1	-
20 a 29 anos	-	<b>1</b>	2	-	1	-
30 a 39 anos	2	<b>1</b>	3	<b>1</b>	2	<b>1</b>
40 a 49 anos	5	<b>2</b>	4	<b>1</b>	4	<b>3</b>
50 a 59 anos	10	<b>10</b>	7	<b>17</b>	7	<b>8</b>
60 a 69 anos	32	<b>36</b>	20	<b>30</b>	24	<b>31</b>
70 a 79 anos	91	<b>148</b>	111	<b>131</b>	88	<b>79</b>
80 anos e mais	236	<b>367</b>	250	<b>280</b>	279	<b>362</b>
<b>RR/POPULAÇÃO TOTAL</b>	54/10.000	<b>70/10.000</b>	61/10.000	<b>62/10.000</b>	56/10.000	<b>53/10.000</b>

FONTE: DATASUS, 2005 (Organização: Simone Laís de SOUZA)

Cabe ressaltar que os dois municípios apresentaram população superior ou próxima a 100.000 habitantes. Em 2001, Cubatão possuía 109.964 habitantes e Araucária, 98.120. Em 2002, Cubatão contava com 111.923 habitantes e Araucária, 101.105. Em 2003, a população de Cubatão era de 113.595 e a de Araucária, 104.285.

A instalação, a partir da década de 70, de indústrias química, petroquímica, siderúrgica, fertilizante, papel e celulose e minerais não-metálicos representou mudanças em suas estruturas industriais, gerando impactos socioambientais.

## 5.1 ANÁLISE TEMPORAL

### 5.1.1 Análise Anual

A população total de Araucária e por situação, no período de estudo e em anos mais recentes, é apresentado na TABELA 17. O número proporcional de atendimentos por doenças respiratórias em relação à população urbana do município variou de 25% a quase 45% no período de estudo. O número de atendimentos representou em 2001, 27% da população urbana; em 2002, 39% e em 2003, 44%.

**TABELA 17 - POPULAÇÃO DE ARAUCÁRIA-PR, TOTAL E POR SITUAÇÃO**

ANO	TOTAL	URBANA
2001	98.120	90.643
2002	101.105	92.370
2003	104.285	95.274
2004	107.450	97.780
2005	114.650	104.332

FONTE: DATASUS, 2005 (Organização: Simone Laís de SOUZA)

Portanto, durante o período de estudo ocorreu um incremento no número de atendimentos por doenças respiratórias na área urbana de Araucária, assim como dos níveis de concentração do poluente MP.

Em 2001, o número de atendimentos por doenças respiratórias foi de 24.602 casos. A média anual de MP foi de  $28,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; a de  $\text{SO}_2$ , na Estação de Monitoramento do Ar Seminário, de  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e, na Estação de Monitoramento do Ar Assis,  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Para o ano de 2002, o número de atendimentos por doenças respiratórias foi de 35.757 casos. A média anual de MP foi de  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; a de  $\text{SO}_2$ , na Estação de Monitoramento do Ar Seminário, de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e, na Estação de Monitoramento do Ar Assis,  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Em 2003, foram feitos 42.336 atendimentos por doenças respiratórias nos Centros de Saúde urbanos de Araucária. A média anual de MP atingiu  $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; a de  $\text{SO}_2$ , na Estação de Monitoramento do Ar Seminário, de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e, na Estação de Monitoramento do Ar Assis,  $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . O valor do MP alcançou nível de

concentração próximo à média anual prevista no Índice e Padrão de Qualidade do Ar, que é de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

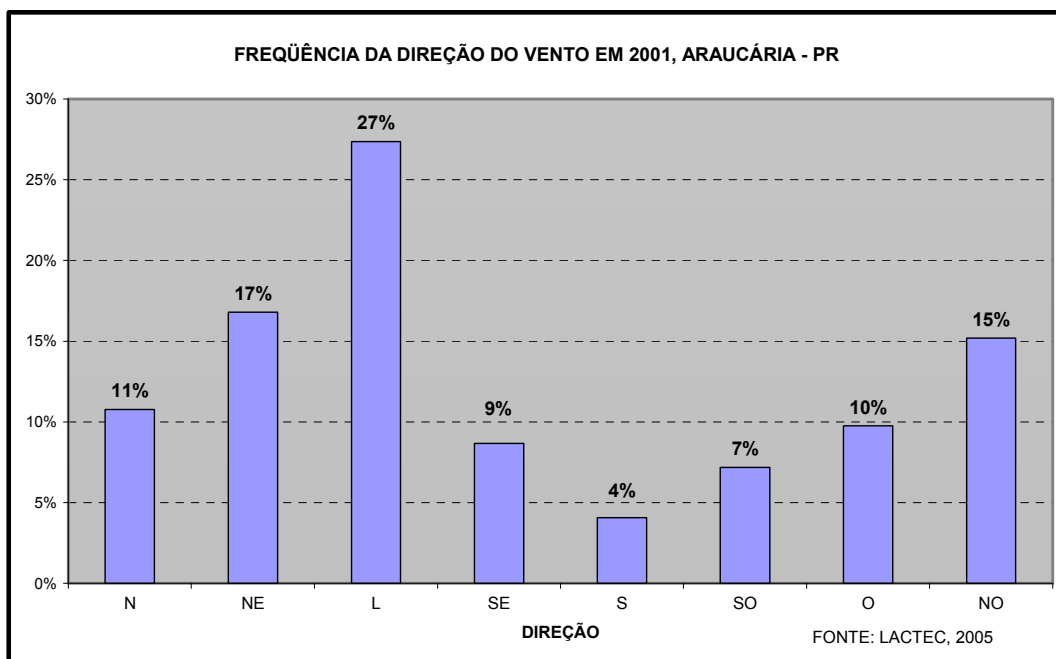
As variáveis meteorológicas – precipitação, temperatura mínima, temperatura média, temperatura máxima, umidade relativa do ar, velocidade e frequência da direção dos ventos –, associadas aos níveis de concentração de poluentes, contribuíram para incrementar o número de atendimentos.

A pluviosidade e a umidade relativa do ar, importantes variáveis meteorológicas que atuam como agentes de remoção do MP, apresentaram, no período de estudo, uma relação inversamente proporcional: em 2001, o nível de concentração anual do MP foi de  $28,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a pluviosidade foi a mais alta do período de estudo, de 1.874,3 mm, e a umidade relativa do ar foi de 82,4% - ano com o menor número de atendimentos de doenças respiratórias. Em 2002, a concentração anual de MP foi de  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a precipitação pluviométrica alcançou 1.419,6 mm e a umidade relativa do ar, 78,4%. No ano de 2003, quando o número de atendimentos por doenças respiratórias alcançou o valor mais alto e o MP atingiu sua média anual mais elevada,  $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a precipitação pluviométrica foi a mais baixa do período de estudo, atingindo o valor de 1.274,2 mm e a umidade relativa do ar foi de 77,3%.

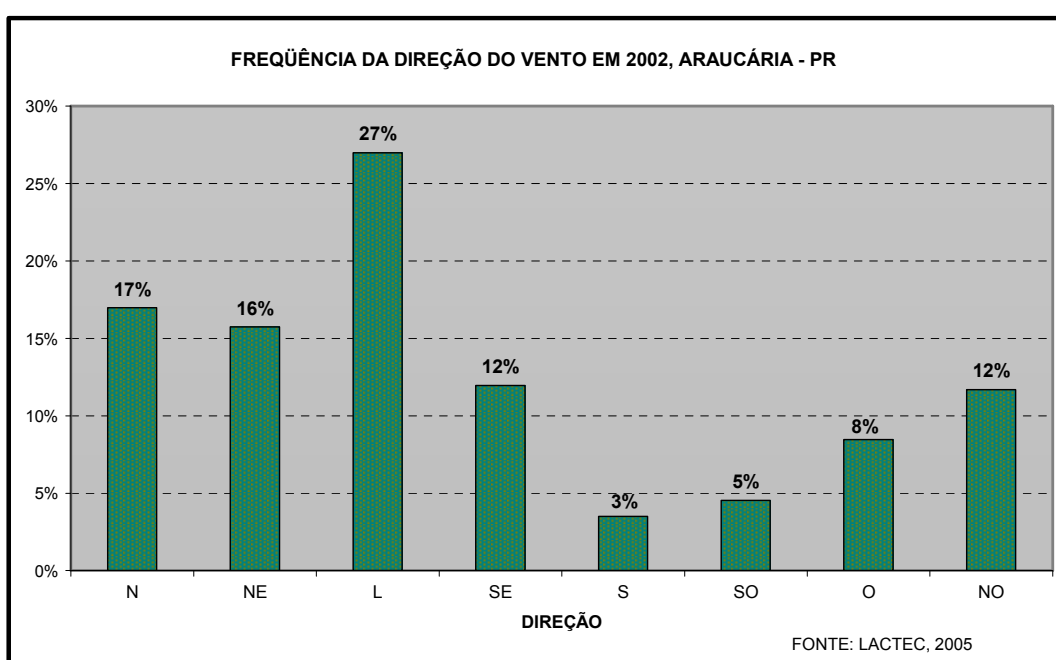
A velocidade dos ventos apresentou valores baixos, impedindo o transporte e diluição dos poluentes atmosféricos, permitindo desta maneira maior concentração dos níveis de poluentes na atmosfera. A média anual da velocidade dos ventos em 2001 foi de 2,22m/s; em 2002, 2,27m/s e em 2003, 2,20 m/s. A velocidade dos ventos desempenhou papel semelhante à pluviosidade e à umidade relativa do ar.

Outro aspecto a salientar refere-se à frequência da direção dos ventos, já que ela contribui para o transporte dos poluentes das áreas onde estão instaladas as indústrias de bens intermediários – as chamadas “indústrias sujas” (TORRES, 1996) – para as áreas mais urbanizadas da cidade de Araucária, assim como para os bairros mais populosos, que apresentaram qualidade de vida MUITO CRÍTICA, particularmente os bairros Capela Velha, Campina da Barra e Costeira. Deve ser destacada a importância das direções predominantes do vento, pois também podem ser responsáveis pelo transporte dos poluentes atmosféricos da Cidade Industrial de Curitiba para a cidade de Araucária, contribuindo desta forma, para incrementar os já elevados níveis de concentração de poluentes. Os mapas 3 e 4 apresentam a localização do CIAR, das principais indústrias ditas sujas e do CIC em relação à área

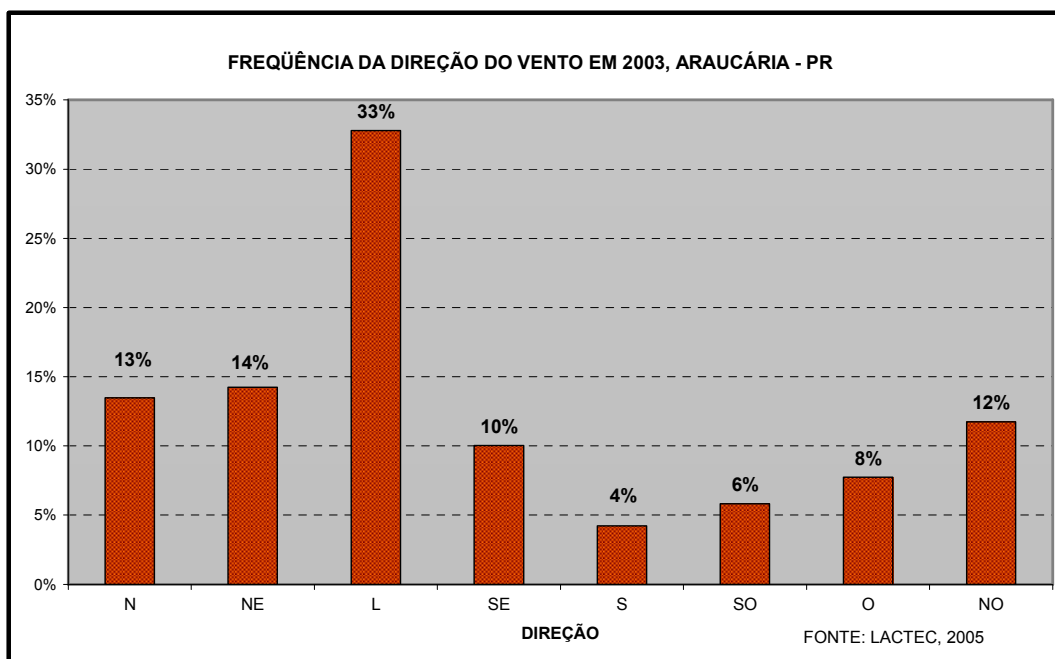
urbana de Araucária. Na análise foi observado que estão todos a barlavento da área mais urbanizada, em conformidade com as direções predominantes em 2001, 2002 e 2003, que foram Leste e Nordeste. A frequência anual dessas direções, somadas, ultrapassa 40%, conforme está representado nos GRÁFICOS 1, 2 e 3. As direções Norte e Noroeste também colaboram para o transporte dos poluentes, especialmente aqueles oriundos da CIC.



**GRÁFICO 1 – FREQÜÊNCIA DA DIREÇÃO DOS VENTOS EM 2001, ARAUCÁRIA - PR**



**GRÁFICO 2 – FREQÜÊNCIA DA DIREÇÃO DOS VENTOS EM 2002, ARAUCÁRIA - PR**



**GRÁFICO 3 – FREQÜÊNCIA DA DIREÇÃO DOS VENTOS EM 2003, ARAUCÁRIA - PR**

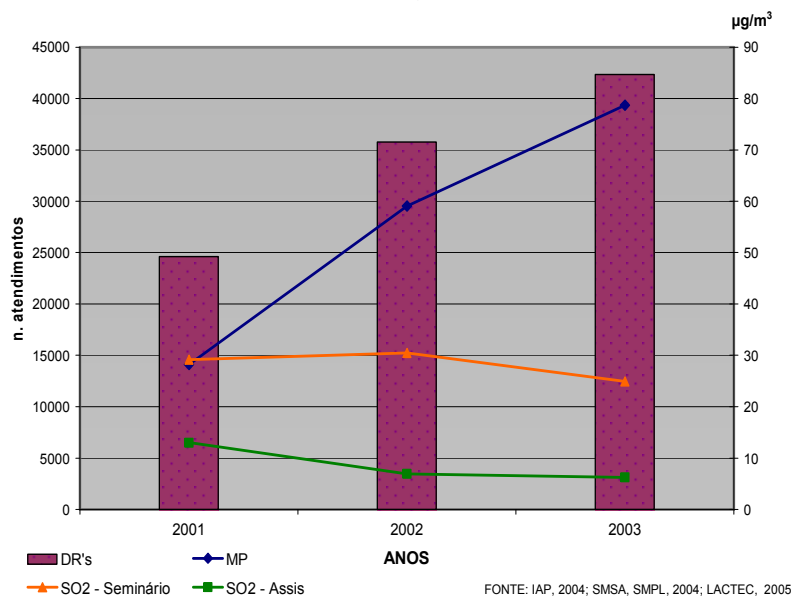
A freqüência anual das direções Norte e Noroeste provocou o transporte dos poluentes atmosféricos para os bairros Campina da Barra e Costeira, oriundos do CIAR e, para o bairro Capela Velha, provenientes da CIC (distrito industrial de Curitiba pertencente às regionais Pinheirinho, Portão e Santa Felicidade). Assim, o vento pode ter transportado os poluentes atmosféricos das indústrias instaladas no CIAR II e CIAR III para os bairros Passaúna e Boqueirão que apresentam qualidade de vida MUITO CRÍTICA.

Quanto às temperaturas, estas incrementaram o número de atendimentos por doenças respiratórias, particularmente no ano de 2003 que apresentou a média anual de temperatura mínima mais baixa do período de estudo, 8,2°C, assim como para a temperatura média 17,7°C e o valor mais alto para a média anual da temperatura máxima 32,2°C do período de estudo. As temperaturas em 2001 foram: temperatura mínima 8,9°C, temperatura média 18,2°C e temperatura máxima 30°C. Em 2002, temperatura mínima 9,7°C, temperatura média 18,5°C e temperatura máxima 30,2°C.

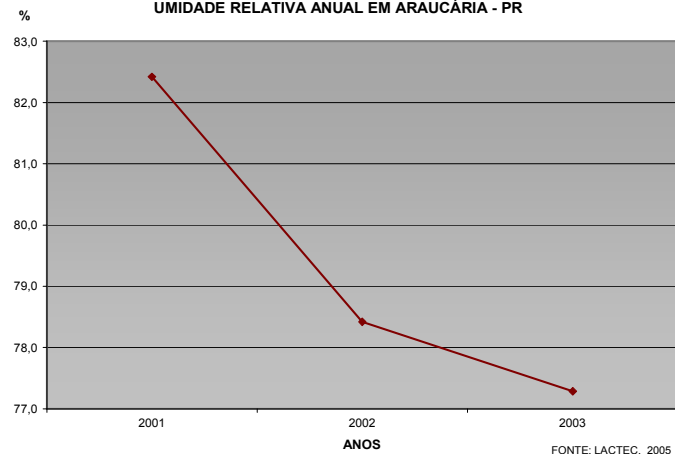
As temperaturas mínimas anuais apresentaram valores inferiores a 10°C, contribuindo com o surgimento e agravamento das doenças respiratórias. De maneira geral, pode-se afirmar que amplitudes térmicas podem ter incrementado os atendimentos. A PRANCHA 25 apresenta os dados anuais para o número de atendimentos de doenças respiratórias, concentração de poluentes e variáveis meteorológicas em 2001, 2002 e 2003 para a cidade de Araucária.

**PRANCHA 25 - ANUAL: NÚMERO DE ATENDIMENTOS DE DR's, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM ARAUCÁRIA - PR**

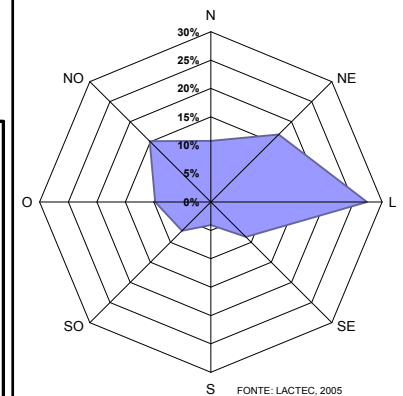
**ATENDIMENTO ANUAL DE DR's E CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES EM ARAUCÁRIA - PR**



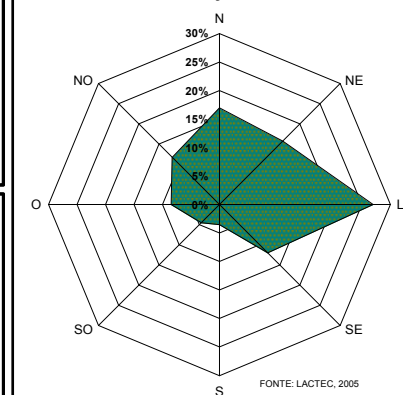
**UMIDADE RELATIVA ANUAL EM ARAUCÁRIA - PR**



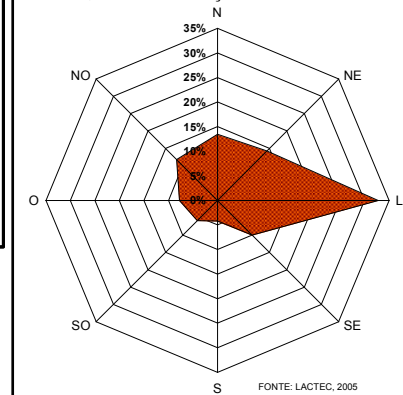
**FREQUÊNCIA DA DIREÇÃO DO VENTO EM 2001**



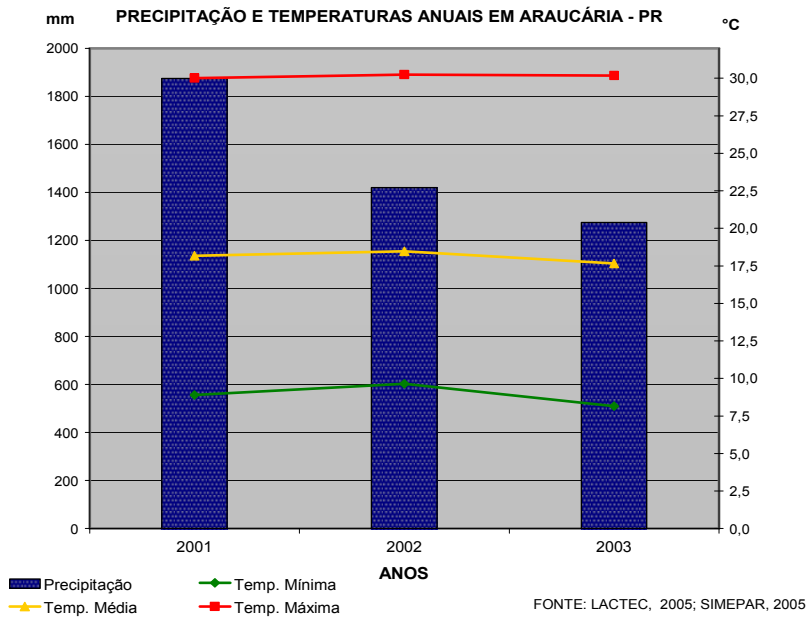
**FREQUÊNCIA DA DIREÇÃO DO VENTO EM 2002**



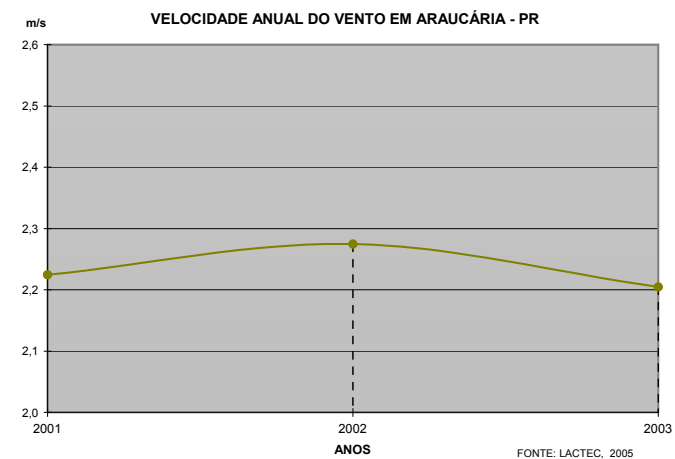
**FREQUÊNCIA DA DIREÇÃO DO VENTO EM 2003**



**PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURAS ANUAIS EM ARAUCÁRIA - PR**



**VELOCIDADE ANUAL DO VENTO EM ARAUCÁRIA - PR**



### 5. 1. 2 Análise Sazonal

O maior número de atendimentos por doenças respiratórias em 2001 ocorreu no 3º trimestre (meses de julho, agosto e setembro), com 9.738 casos. No período hibernar, esse fato é o esperado, pois a literatura reconhece como a época na qual as condições climáticas dificultam a dispersão dos poluentes e em que as baixas temperaturas propiciam o aparecimento de doenças associadas à redução da pluviosidade e, ainda, a episódios de inversões térmicas. Nos anos de 2002 e 2003, o maior número de atendimentos de doenças respiratórias ocorreu no 2º trimestre (abril, maio e junho), com 12.278 e 14.170 casos, respectivamente. No entanto, o 3º trimestre de 2002 e de 2003 também apresentaram elevados números de atendimentos. Em 2002 ocorreram 10.538 atendimentos no 3º trimestre; em 2003, 11.796 casos.

Observou-se em 2001 que a concentração de MP exibiu seu maior valor no 3º trimestre,  $38,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e de  $\text{SO}_2$  de  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (concentração próxima à maior média:  $33,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no 2º trimestre). O 3º trimestre apresentou o menor índice pluviométrico dos 4 trimestres, 273,2 mm, que, associado aos ventos fracos, de baixa velocidade (2,3 m/s), não conseguiram remover e transportar os poluentes atmosféricos. A temperatura mínima e média mais baixas pertencem a este trimestre, cujos valores foram  $3,5^\circ\text{C}$  e  $15,5^\circ\text{C}$ , respectivamente, o que pode ter incrementado os atendimentos de doenças respiratórias, principalmente se considerarmos que apresentou a maior amplitude térmica, superior a  $25^\circ\text{C}$ , tendo a temperatura máxima exibido o valor de  $28,7^\circ\text{C}$ . A partir do 4º trimestre ocorre a redução no número de atendimentos com a elevação das temperaturas, associada ao aumento da pluviosidade e da velocidade do vento. O número de atendimentos também pode ter sido influenciado pelo processo de cadastramento da população de Araucária pela Secretaria Municipal de Saúde e de Planejamento, que iniciou em janeiro de 2001 nos centros de saúde. O cadastro em meio digital passou a contemplar os seguintes dados: dia do atendimento, nome completo do paciente, data de nascimento, idade no dia do atendimento, sexo, endereço completo (rua, bairro, CEP), CID – 10 (com descrição dos principais sintomas), código do centro de saúde e código ou matrícula do paciente no sistema da SMSA a partir dos atendimentos realizados de 1º de janeiro em diante. Até então, os registros de atendimento eram realizados em formulários, contabilizados e totalizados pela

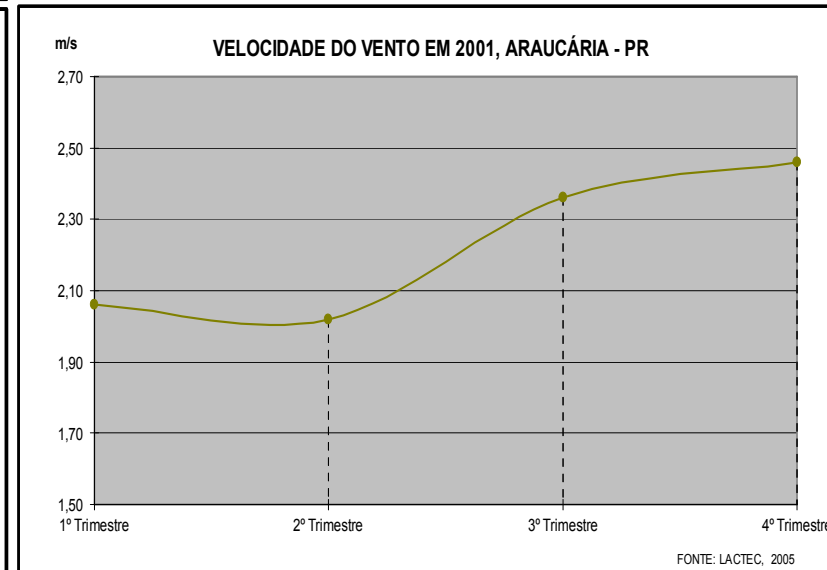
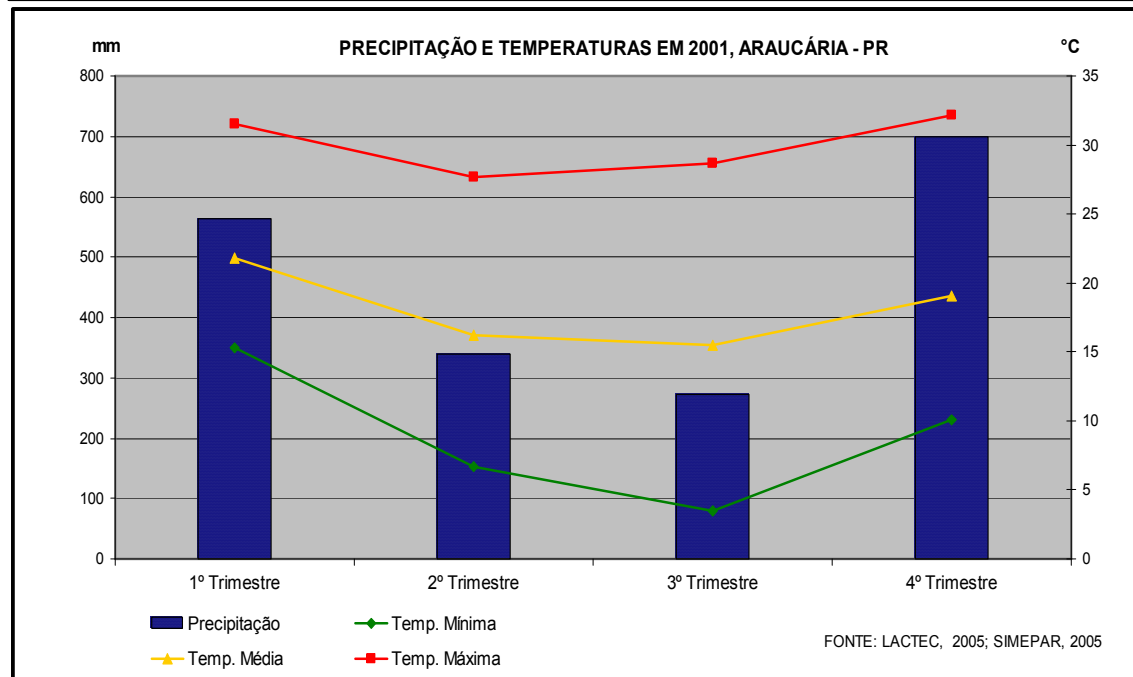
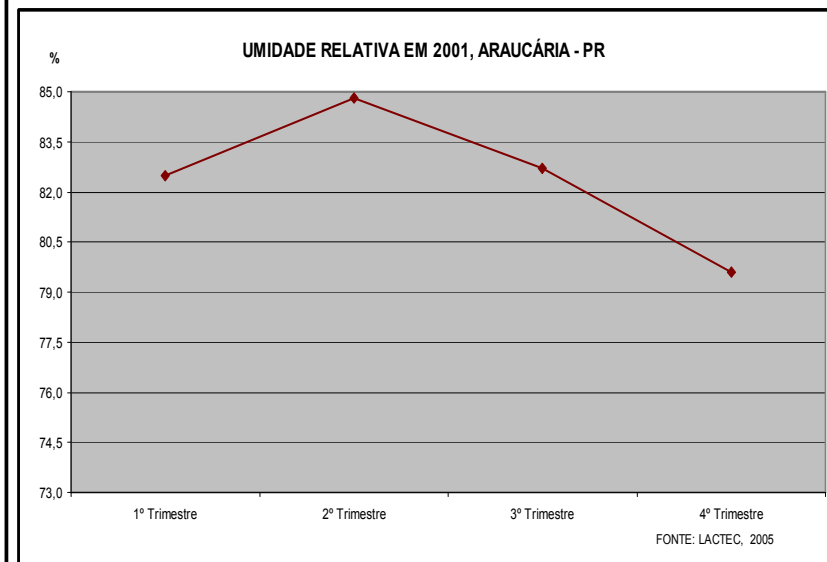
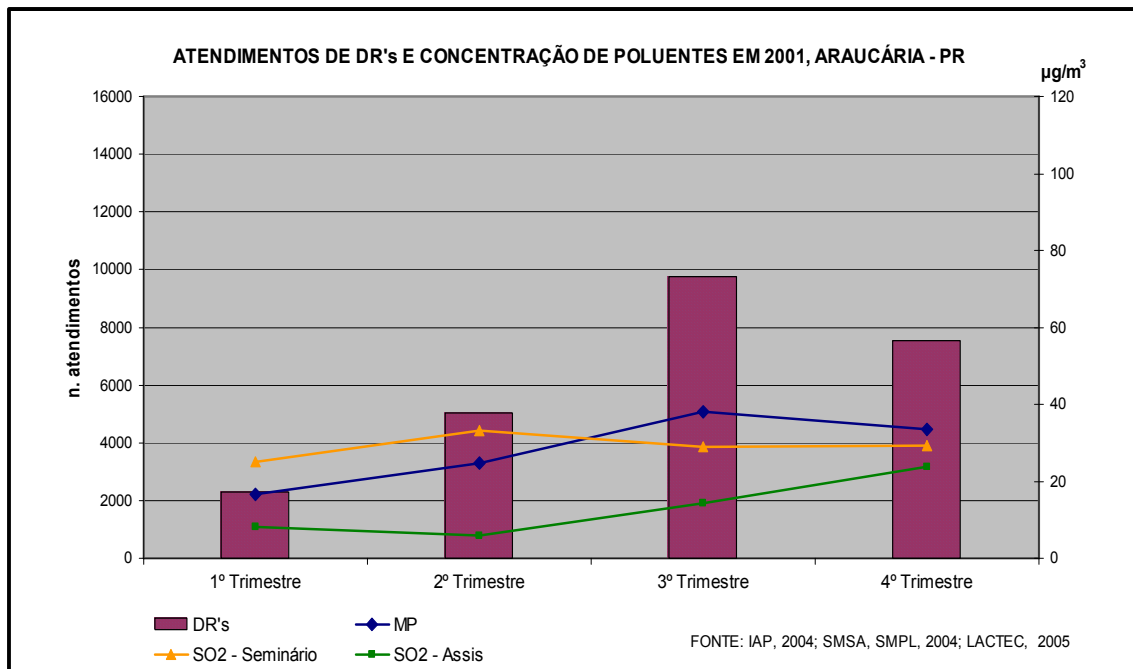
SMSA e SMPL e, posteriormente, digitalizados e arquivados. Como os cadastros em meio digital é que foram disponibilizados para esta pesquisa, o número de atendimentos no primeiro semestre pode ter sido maior.

Para os anos de 2002 e 2003 os maiores atendimentos ocorreram no 2º trimestre; porém, como já citado anteriormente, o 3º trimestre também apresentou um número elevado de atendimentos. No ano de 2002, o 2º trimestre apresentou o menor índice de pluviosidade, 273,6 mm, associado à umidade relativa do ar, (79%, e à baixa velocidade do vento, 2,0 m/s (a menor dos quatro trimestres). Esse fato contribuiu com os efeitos da concentração de poluentes, que não puderam ser removidos ou transportados. Os níveis de concentração do MP ( $55,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e do  $\text{SO}_2$  ( $39,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , na Estação de Monitoramento do Ar Seminário, o maior dos 4 trimestres), em conjunto, somados às condições desfavoráveis contribuíram com o número de atendimentos. O 3º trimestre apresentou a maior concentração de MP,  $63,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , que, associada à temperatura mínima de  $3^\circ\text{C}$ , à umidade relativa do ar 77,7% (a menor dos 4 trimestres) e ao segundo índice de pluviosidade mais baixo do ano (310 mm) contribuiu para a formação de condições desfavoráveis, repercutindo no número de atendimentos. A amplitude térmica e as baixas temperaturas podem ter incrementado o número de atendimentos. A literatura tem evidenciado que as maiores concentrações de poluentes ocorrem no inverno, por conta das baixas temperaturas, velocidade dos ventos reduzida, diminuição da precipitação e, ainda, episódios de inversões térmicas.

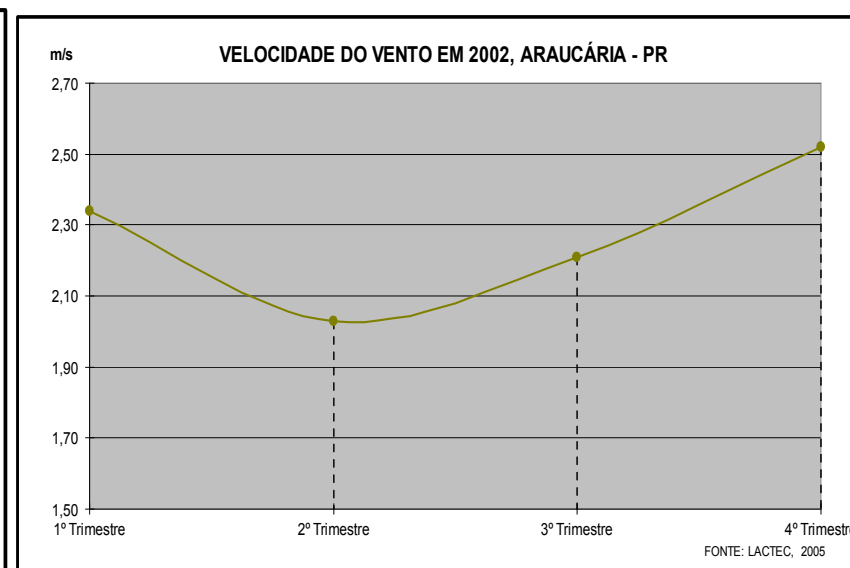
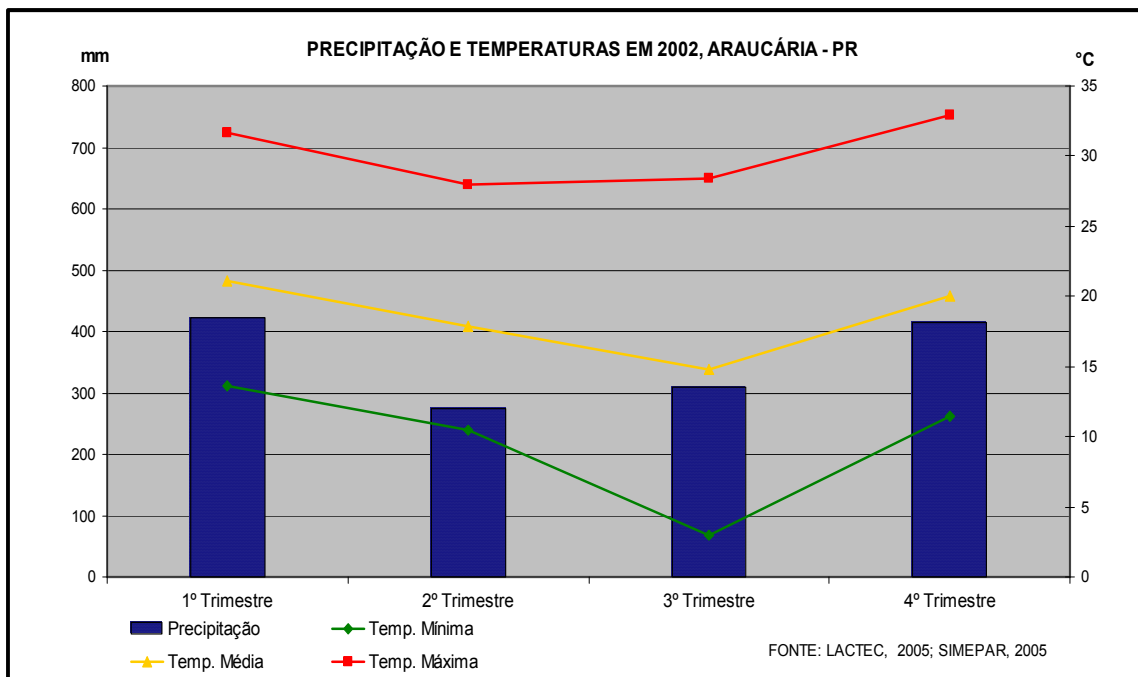
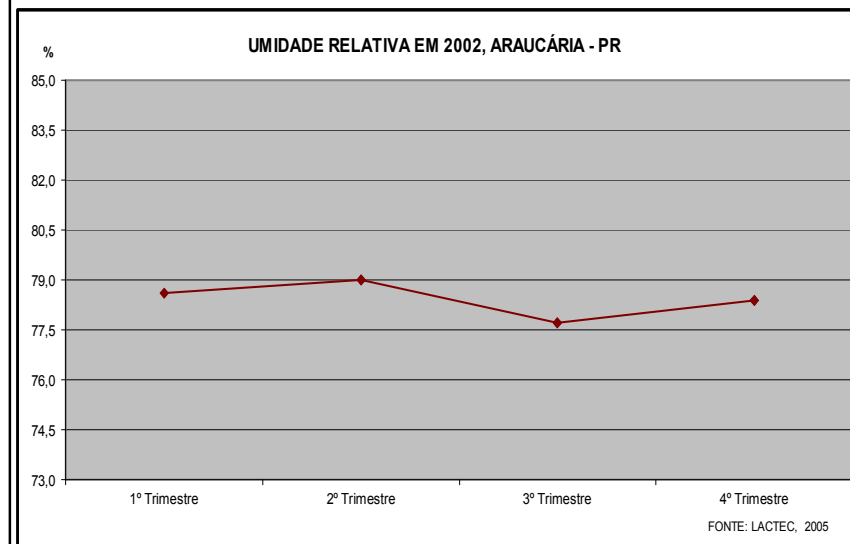
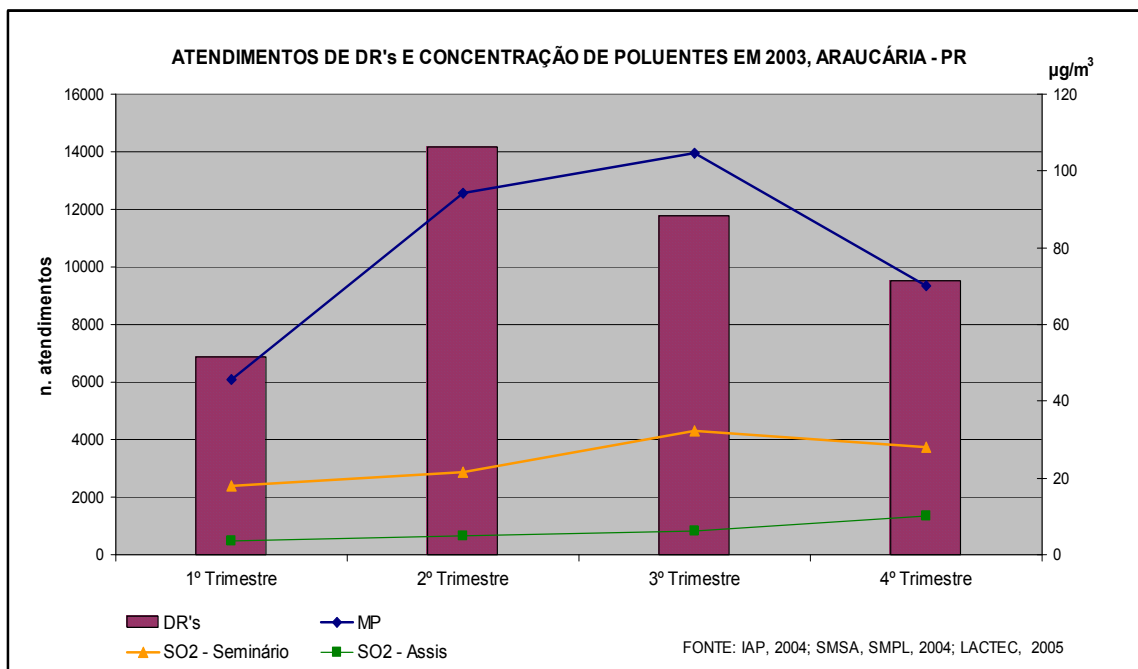
O ano de 2003 apresentou características muito semelhantes às do ano anterior. O maior número de atendimentos foi no 2º trimestre, mas a maior concentração de poluentes ocorreu no 3º trimestre, quando o MP alcançou o valor de  $104,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e o  $\text{SO}_2$ ,  $32,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Estação Seminário) e  $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Estação Assis). O 3º trimestre apresentou os números mais expressivos para a concentração dos poluentes, assim como apresentou a temperatura mínima mais baixa,  $1,8^\circ\text{C}$ , e a menor umidade relativa, 74,9%. Esses fatos – associados ao segundo menor índice pluviométrico do período, 244,4 mm (a menor pluviosidade ocorreu no 2º trimestre, 162,6 mm) – contribuíram com o número de atendimentos do 3º trimestre, incrementado pelas amplitudes térmicas, pois as temperaturas extremamente baixas diminuem a resistência do corpo humano à infecção. As PRANCHAS 26, 27 e 28 apresentam o número de atendimentos por doenças respiratórias, as concentrações de poluentes e as variáveis meteorológicas sazonalmente para a cidade de Araucária.



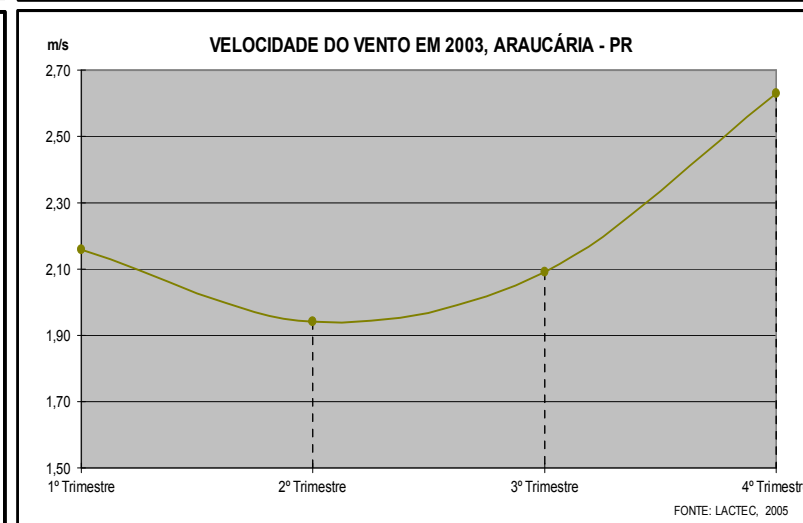
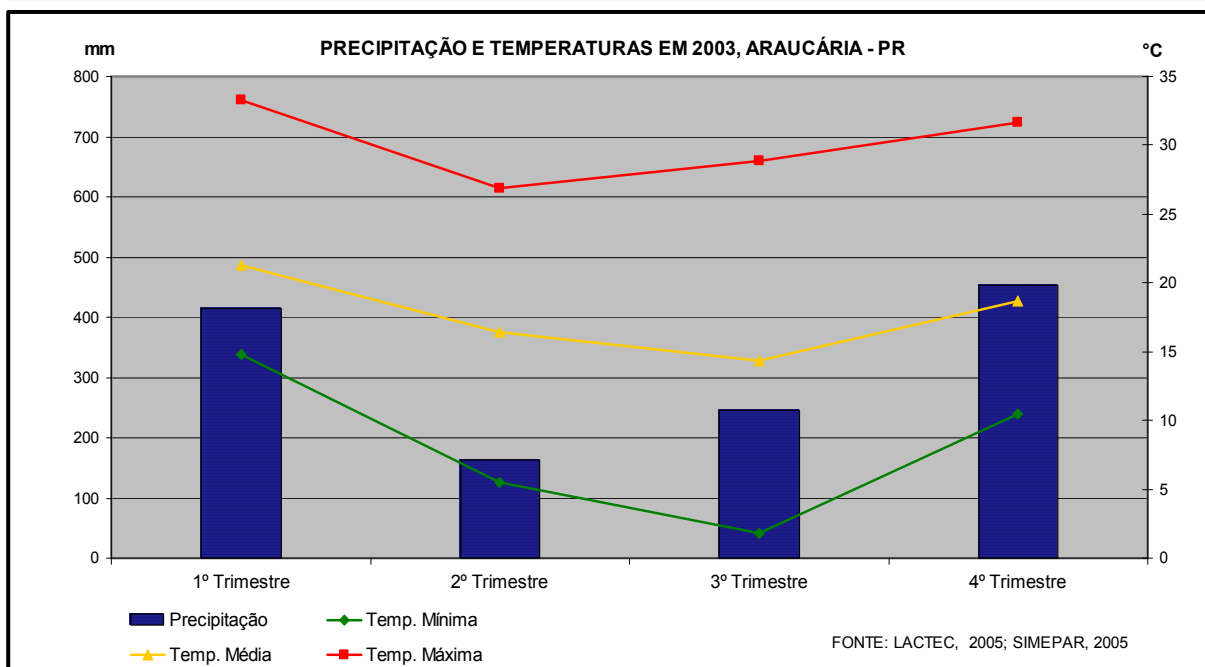
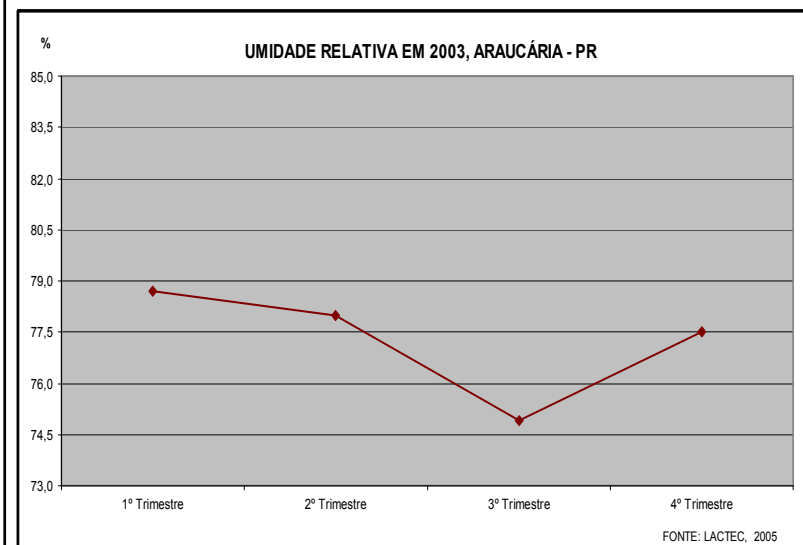
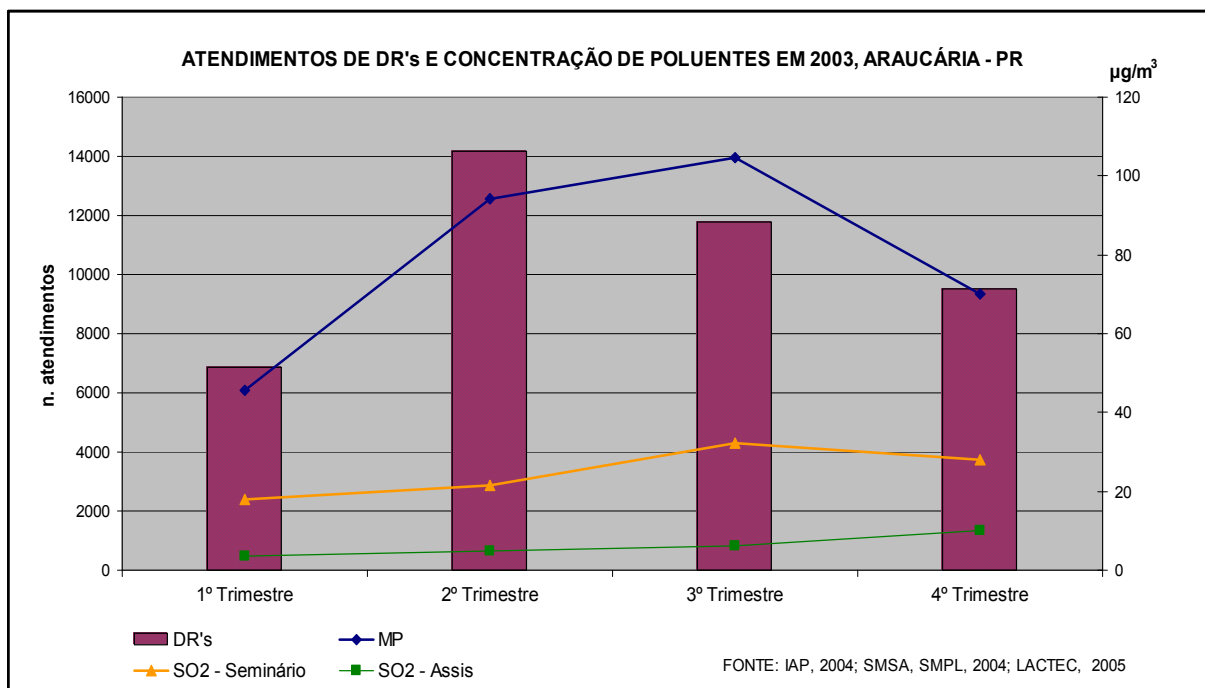
**PRANCHA 26 - SAZONAL: NÚMERO DE ATENDIMENTOS DE DR's, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM 2001, ARAUCÁRIA - PR**



**PRANCHA 27 - SAZONAL: NÚMERO DE ATENDIMENTOS DE DR's, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM 2002, ARAUCÁRIA-PR**



**PRANCHA 28 - SAZONAL: NÚMERO DE ATENDIMENTOS DE DR's, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM 2003, ARAUCÁRIA - PR**



### 5. 1. 3 Análise Mensal

Em 2001, os meses que apresentaram o maior número de atendimentos foram agosto (3397), outubro (3187), setembro (3053) e julho (2928). De acordo com o IAP (2001), os meses que apresentaram condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes foram maio, junho, e agosto. O mês de agosto também apresentou a menor pluviosidade do ano (53,2 mm), temperaturas mínimas inferiores a 10°C e a menor velocidade do vento, 1,9 m/s. Este mês apresentou em doze dias concentrações de MP no Índice de Qualidade do Ar Regular, que varia de 50 a 150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . As chuvas que ocorreram no mês de outubro reduziram os níveis de concentração do MP e do  $\text{SO}_2$ . No entanto, o número elevado de atendimentos deve estar associado às condições do mês de setembro, que apresentou pluviosidade baixa, 64,2 mm, temperaturas mínimas iguais e inferiores a 10°C por 10 dias; a menor do mês foi de 2,3°C, apresentando grande amplitude térmica. Essas variáveis devem ter incrementado o número de atendimentos por doenças respiratórias, pois a velocidade do vento foi a maior do ano, 2,9 m/s, contribuindo no transporte dos poluentes, como representado na PRANCHA 29.

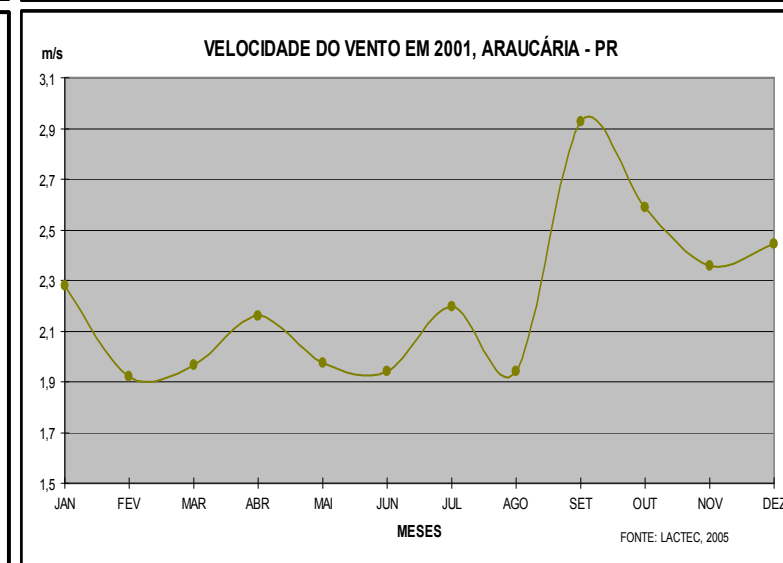
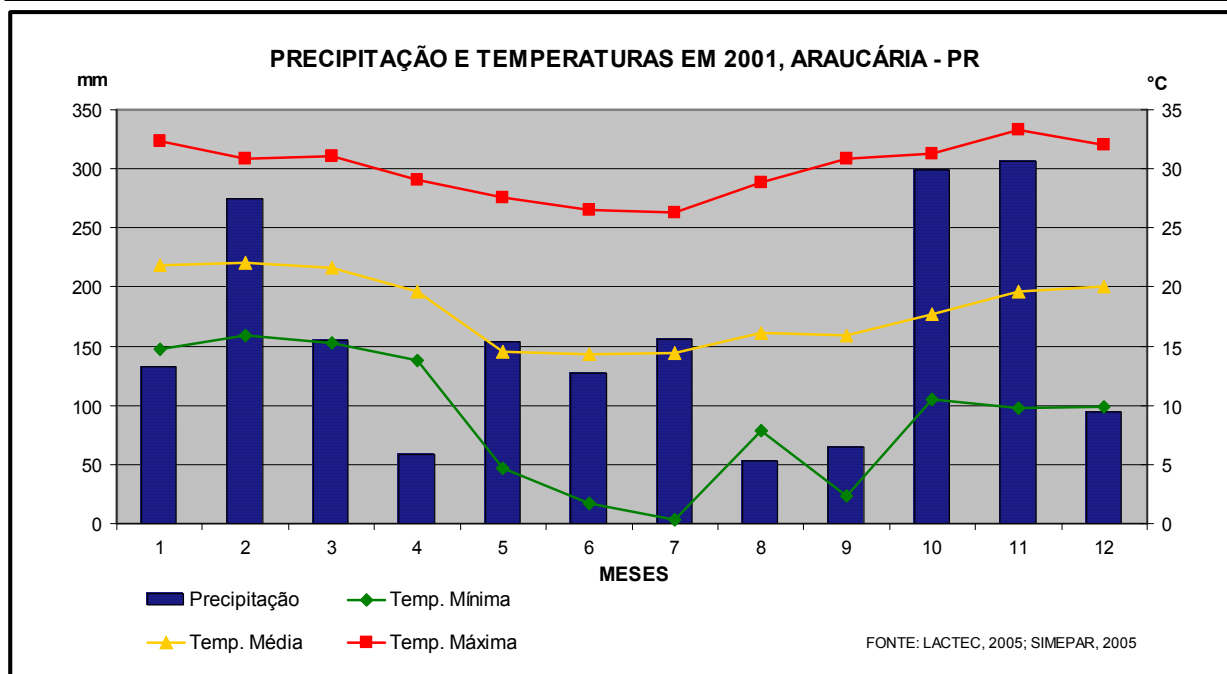
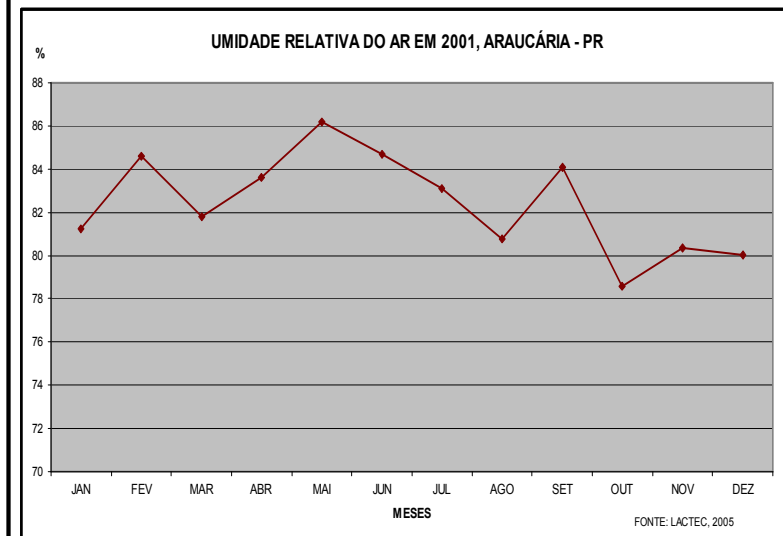
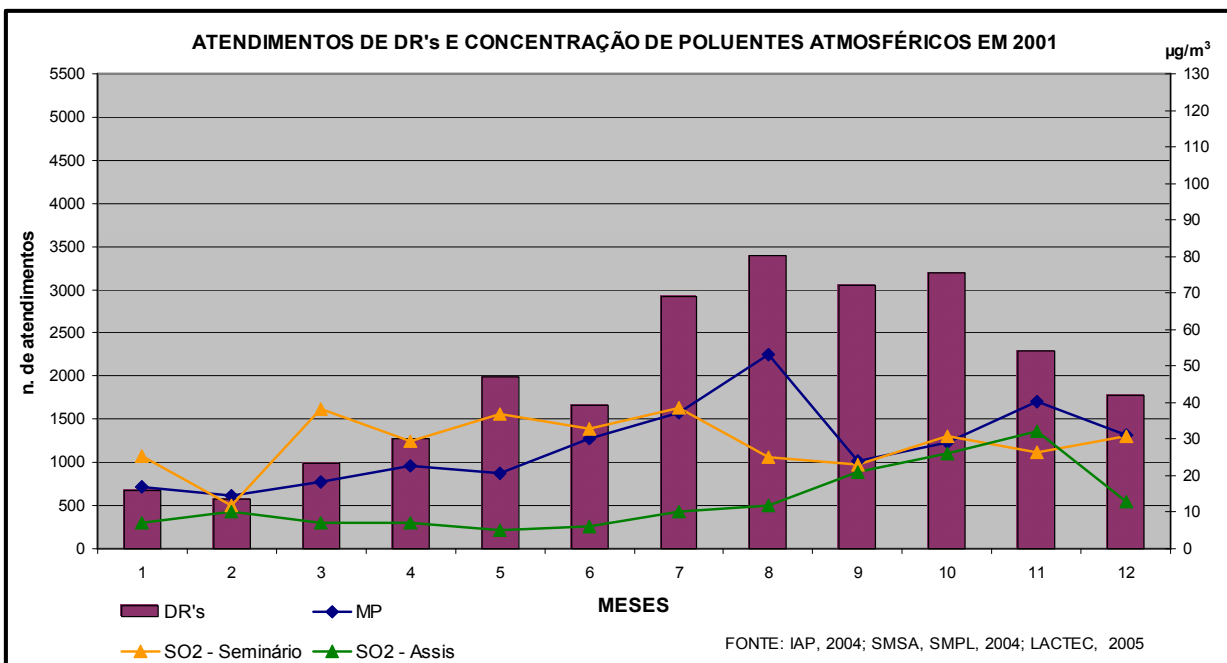
Em 2002, os meses que apresentaram maior número de atendimentos foram maio (5231), junho (4205) e julho (3950). De acordo com o IAP (2002), os meses que apresentaram condições desfavoráveis para a dispersão dos poluentes foram maio, junho, julho e agosto. Pode ser observado, na PRANCHA 30, que os meses de junho, julho e agosto apresentaram os menores índices de pluviosidade, sendo eles, respectivamente, 39,6 mm, 45,8 mm e 87,2 mm. Associados aos ventos fracos (a velocidade variou entre 1,9 m/s e 2,0 m/s), contribuíram com os elevados níveis de concentração de poluentes verificados nesses três meses. Apesar da falha nos dados de junho, este mês apresentou, para o MP, 10 dias no Índice de Qualidade do Ar Regular, dos 13 dias fornecidos com dados. O mês de julho apresentou doze dias de dados; destes, 10 se enquadravam no Índice Regular e um dia no Índice Inadequado. O mês de agosto será abordado em episódios agudos. Quanto ao  $\text{SO}_2$ , em 18 ocasiões os níveis de concentração foram classificados no Índice Regular e, em 1 ocasião no Índice Inadequado, sendo este índice atingido nos meses de dezembro e final de setembro a meados de outubro.

Na PRANCHA 31, pode ser observado que, no ano de 2003, os níveis de concentração dos poluentes apresentaram os valores mais expressivos. Foi também o

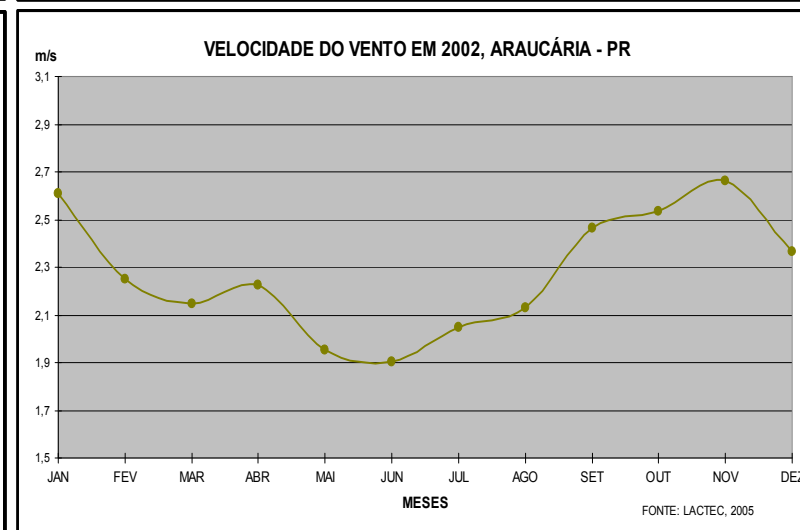
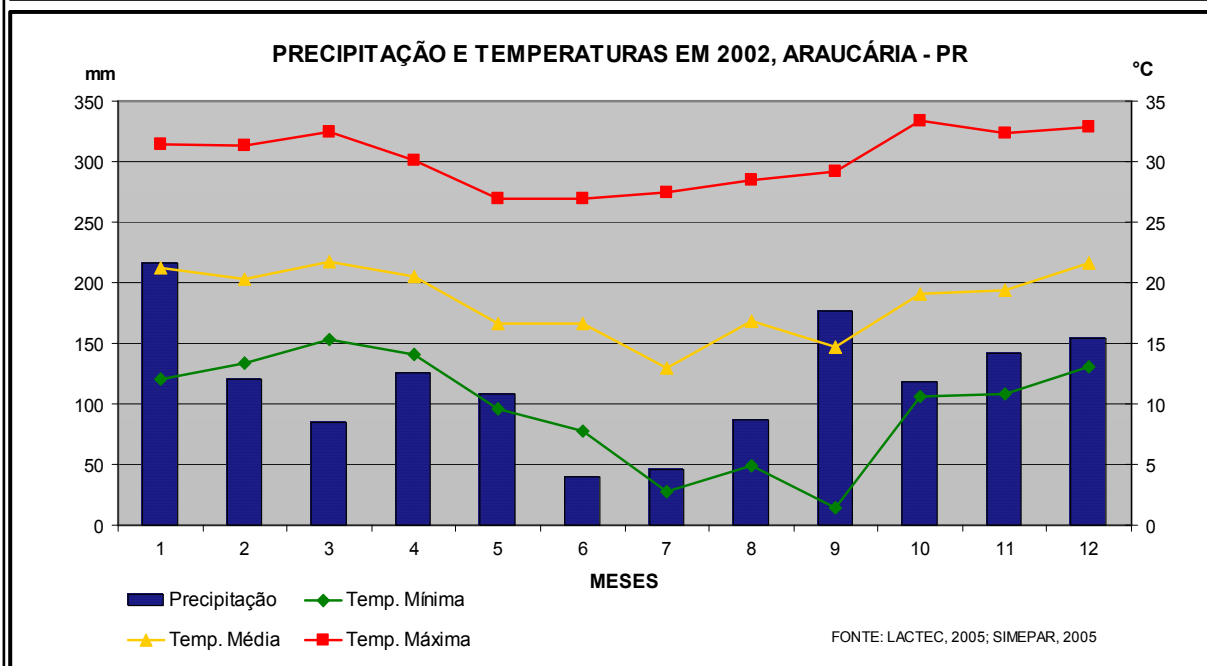
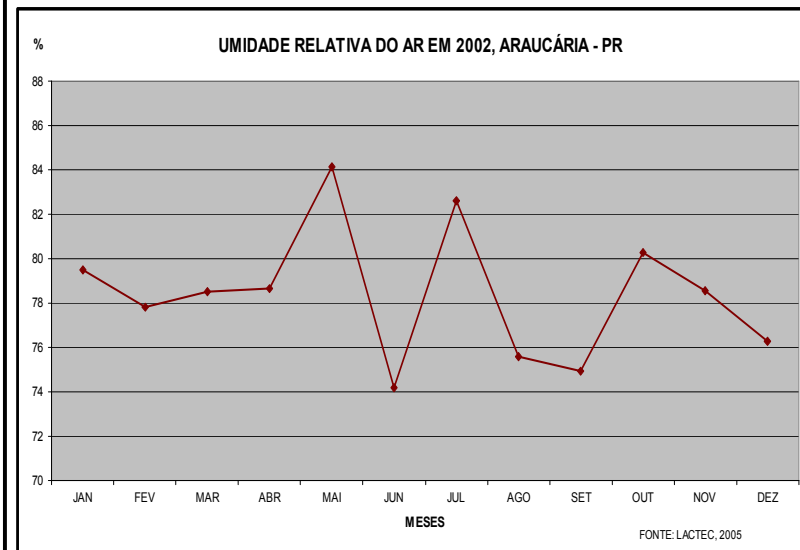
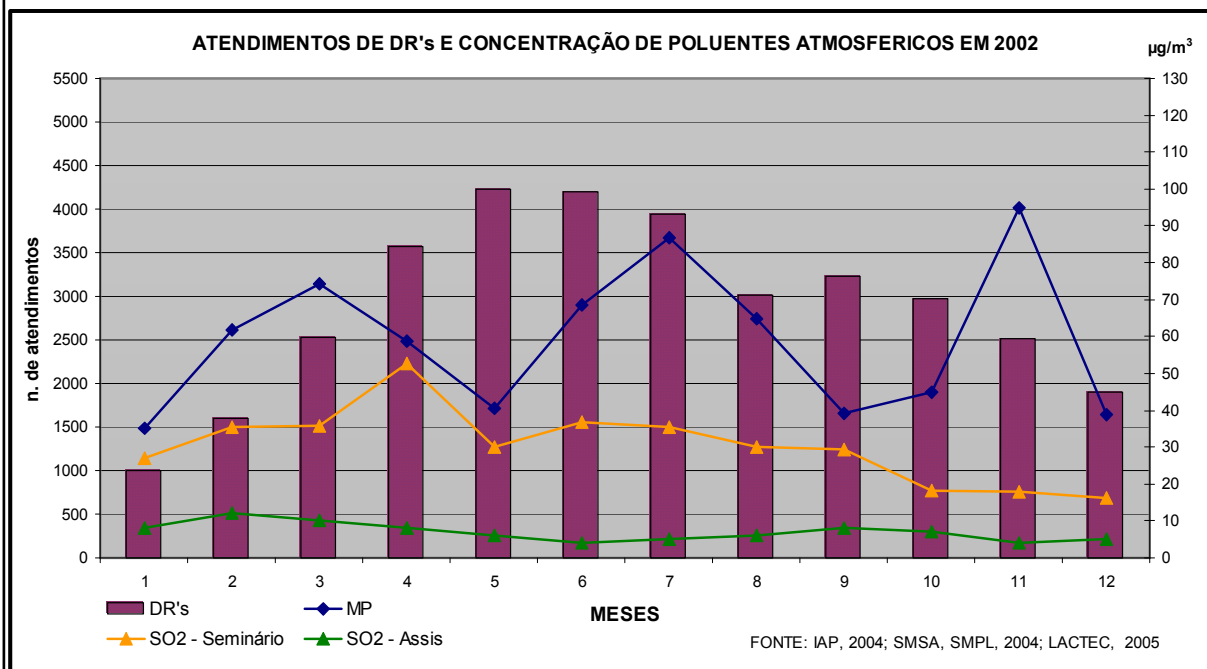
ano com a menor precipitação e o maior número de atendimentos de doenças respiratórias. Os meses com os maiores atendimentos foram o mês de maio (5078), junho (4752), julho (3917) e agosto (3825). De acordo com o relatório do IAP (2003), maio e junho se destacam quanto às condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes. O mês de abril também apresentou um número expressivo de atendimentos, 3.811 casos, apresentando níveis de concentração do MP que variaram entre  $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $125,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , portanto enquadrando-se no Índice de Qualidade do Ar Regular. Embora tenham ocorrido falhas na obtenção dos dados durante 15 dias, pode-se considerar que essas concentrações, associadas à precipitação de 64,6 mm e à umidade de 76,7%, não conseguiram remover os poluentes atmosféricos.

Os meses com as maiores médias de concentrações de MP, que também são os meses com elevado número de atendimentos por DR's, foram junho ( $110,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), julho ( $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e agosto ( $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Embora a falha na obtenção dos dados tenha impedido maiores análises, nestes três meses as concentrações variaram de 78,7 a  $154,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Quanto ao  $\text{SO}_2$ , este também apresentou suas médias mensais de concentração mais elevadas nestes meses (na Estação Seminário), sendo em junho de  $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , julho de  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e agosto de  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , devendo ser incluído o mês de setembro com média mensal de  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Para este poluente os valores mais elevados nos quatro meses variaram de  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; demonstrando com isso a responsabilidade dos poluentes atmosféricos no número de atendimentos. Contudo, as variáveis meteorológicas contribuíram com a concentração dos poluentes, dificultando a remoção pela pluviosidade, pela umidade relativa do ar e velocidade dos ventos. O mês de agosto apresentou a menor pluviosidade (9,6 mm), seguido do mês de maio (18,6 mm); a umidade relativa, nestes meses, foi, respectivamente, 70,3% e 76%. A velocidade do vento de abril a agosto esteve entre os valores de 1,9 m/s e 2,0 m/s. As temperaturas também incrementaram o número de atendimentos, pois afetam a resistência do organismo a algumas doenças, influenciando o surgimento, a propagação e a difusão de organismos patogênicos. As temperaturas mínimas mais baixas foram registradas em agosto,  $1,3^\circ\text{C}$ , apresentando 23 dias com temperaturas iguais ou inferiores a  $10^\circ\text{C}$ . Este mês apresentou também a maior amplitude térmica ( $27,3^\circ\text{C}$ ), pois a máxima registrada foi de  $28,9^\circ\text{C}$ . Os meses de julho ( $1,9^\circ\text{C}$ ), setembro ( $2,1^\circ\text{C}$ ) e maio ( $2,8^\circ\text{C}$ ) apresentaram o segundo, terceiro e quarto valores mais baixos para as temperaturas mínimas do ano.

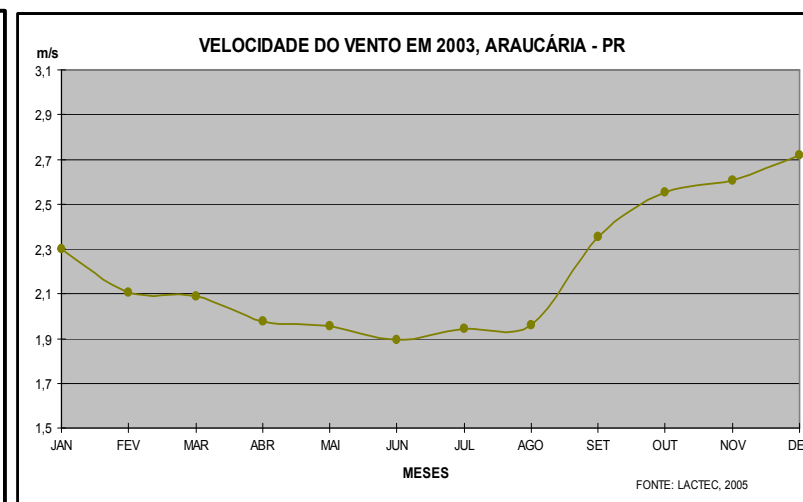
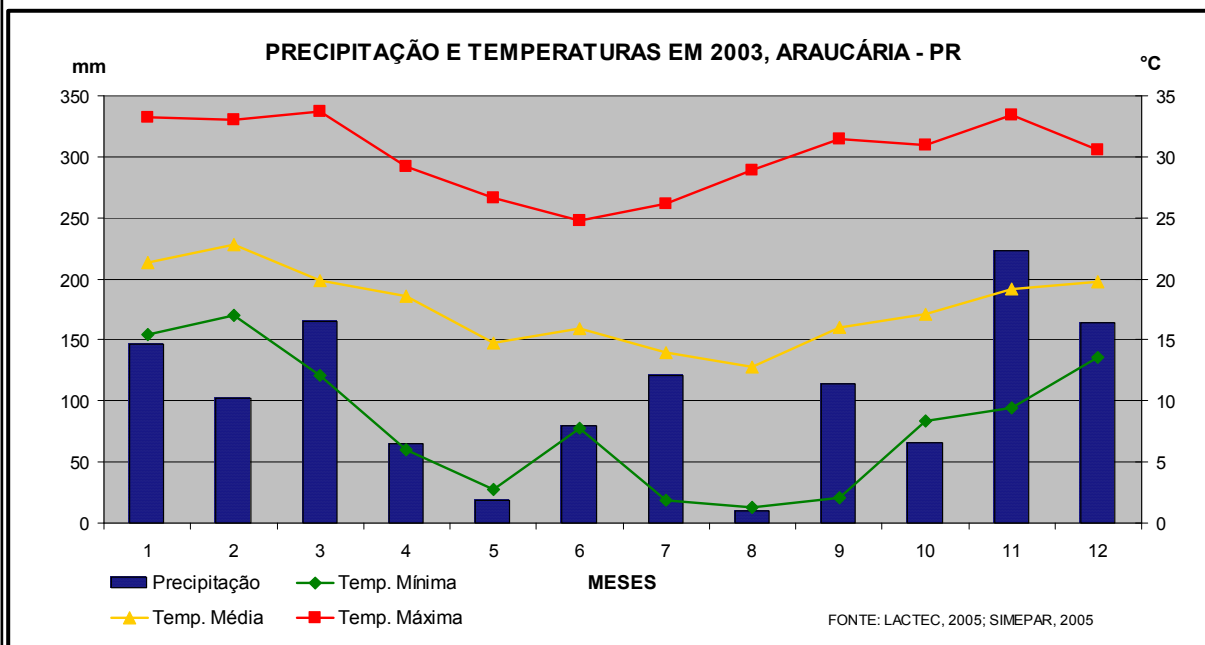
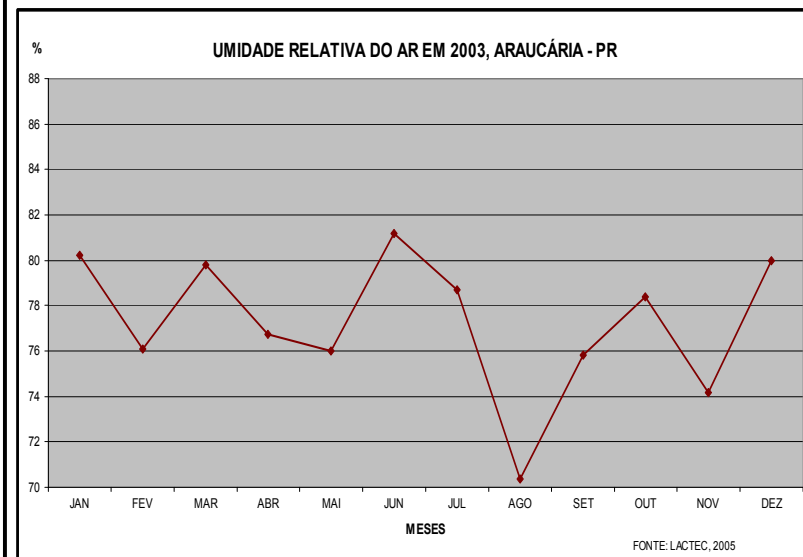
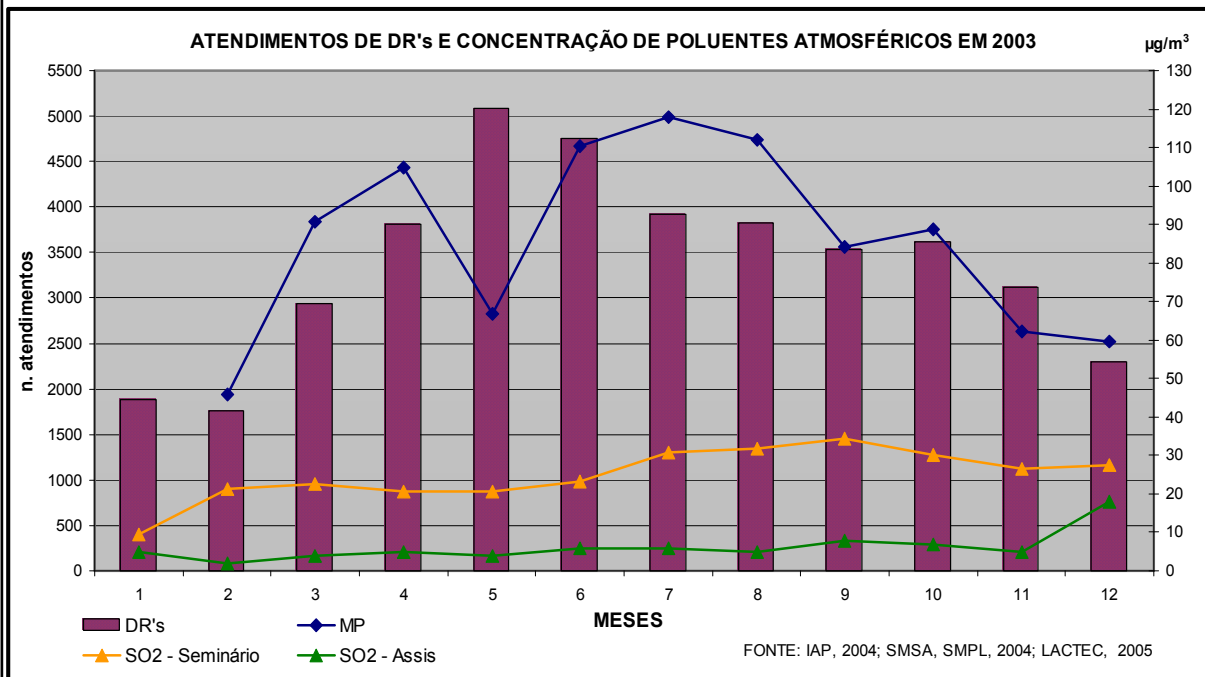
**PRANCHA 29 - MENSAL: NÚMERO DE ATENDIMENTOS DE DR's, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM 2001, ARAUCÁRIA - PR**



**PRANCHA 30 - MENSAL: NÚMERO DE ATENDIMENTOS DE DR's, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM 2002, ARAUCÁRIA - PR**



**PRANCHA 31 - MENSAL: NÚMERO DE ATENDIMENTOS DE DR's, CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES E VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS EM 2003, ARAUCÁRIA PR**





#### 5. 1. 4 Episódios Agudos

Alguns meses foram selecionados para caracterizar a interação do número de atendimentos por DR's, as variáveis meteorológicas e a concentração de poluentes. No entanto, o ano de 2003 apresentou várias falhas, particularmente para as concentrações de poluentes, o que interferiu nas análises. Portanto, na seleção dos meses foram priorizados aqueles que apresentassem no mínimo 70% dos dados meteorológicos, MP e SO<sub>2</sub>.

De acordo com ROUQUAYROL (2003), a temperatura, a umidade relativa do ar e a precipitação pluviométrica são as variáveis meteorológicas que mais influenciam as DR's.

É necessário ter-se em conta que as relações nas quais a sazonalidade de eventos do mundo físico que determinam a sazonalidade da incidência de doenças, ocorrem em uma matriz socioeconômica na qual os determinantes são o pauperismo, a falta crônica de saneamento básico e a inexistência de programas efetivos e eficazes de controle da endemia. (ROUQUAYROL, 2003, p. 93)

Os meses de julho e agosto de 2001 foram selecionados devido às características das variáveis meteorológicas, em julho, e o número elevado de atendimentos por DR's, em agosto. O mês de julho apresentou o maior índice pluviométrico do inverno: 155,8 mm (o quarto do ano), enquanto agosto, o índice mais baixo do ano: 53,2 mm.

A PRANCHA 32 apresenta gráficos com o número diário de atendimentos por DR's, concentração de poluentes, temperaturas mínima, média e máxima, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos para o mês de julho.

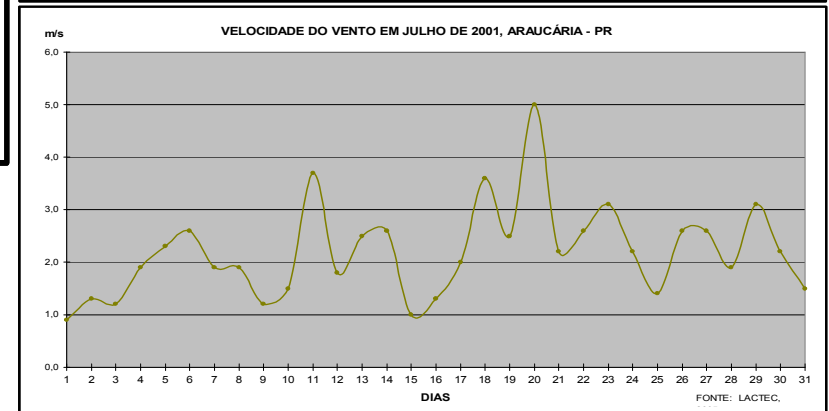
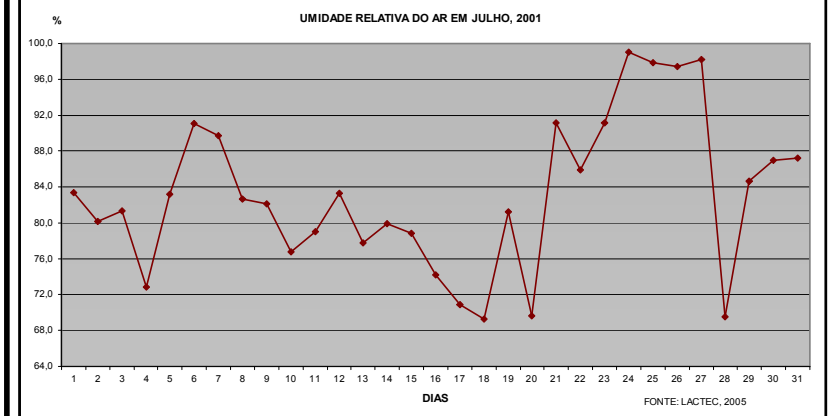
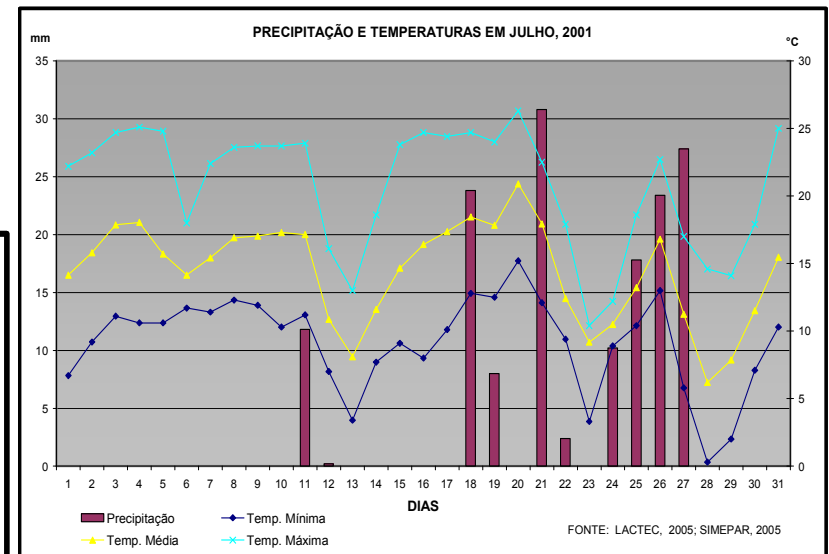
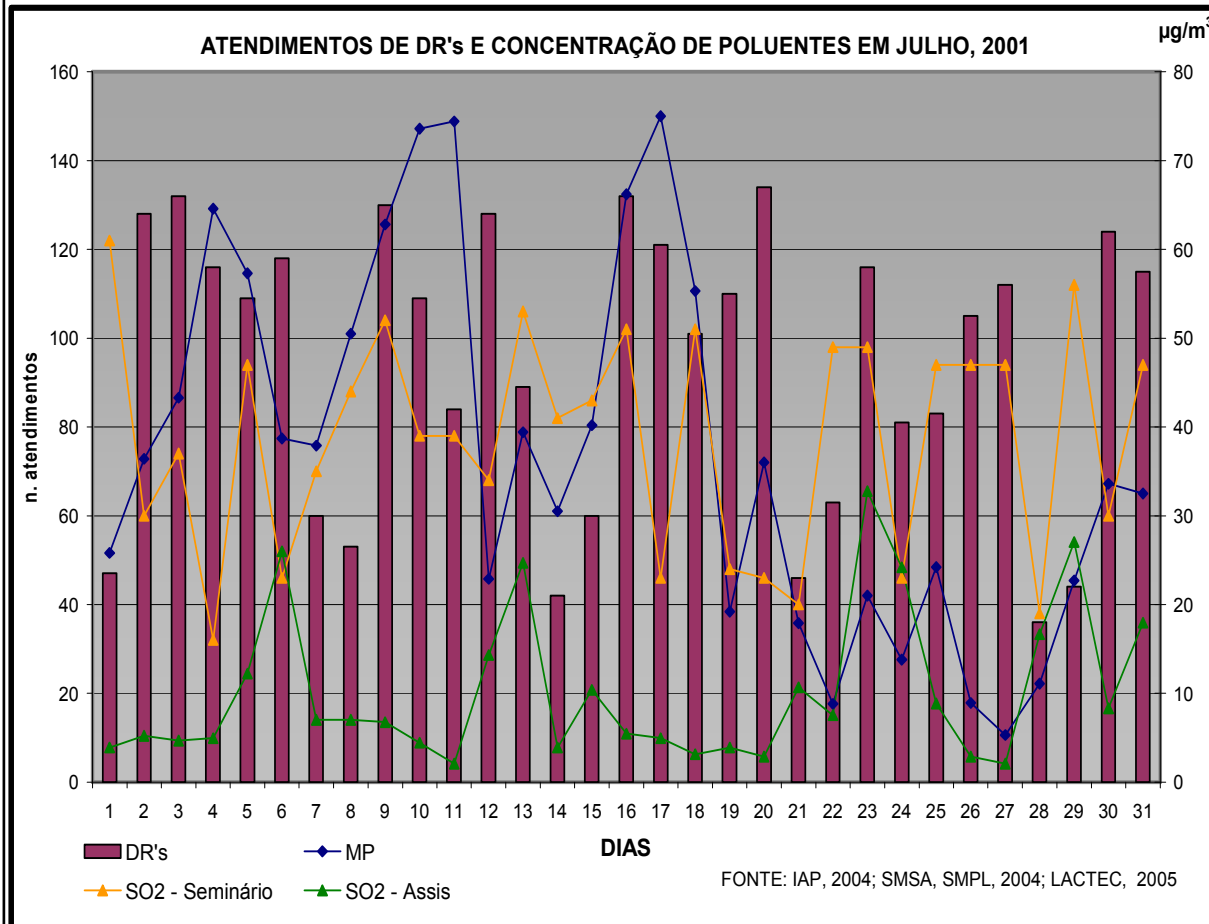
O somatório das condições climáticas desfavoráveis às concentrações acentuadas dos poluentes devem ter contribuído para os altos números de atendimentos. Os níveis de concentração de poluentes atmosféricos provocaram aumento das taxas de morbidade por DR's nos dois dias que se seguem aos níveis mais altos de poluentes, JACOBI (2004, p. 177) indica “um aumento de 25% na demanda por tratamento de saúde nos hospitais infantis. Com relação aos idosos, a situação é alarmante, já que a pesquisa aponta para um aumento de 12% na mortalidade no período de maior incidência da poluição.”

Os dias que apresentaram números de atendimentos elevados em julho foram: 03 (132 casos), 16 (132) e 20 (134). Nos dias que antecederam 3 de julho, as temperaturas mínimas apresentaram valores inferiores a 10°C, dia 1º, 6,7°C, e dia 2, 9,2°C, com amplitudes térmicas superiores a 10°C. A velocidade do vento nestes três dias encontrava-se entre os valores mais baixos do mês (0,9 a 1,3 m/s), dificultando o transporte de poluentes; o MP não ultrapassou a média do mês de 37, 1 µg/m<sup>3</sup>, mas atingiu 61 µg/m<sup>3</sup> para o SO<sub>2</sub>.

Considerando o Índice de Qualidade do Ar apresentado na TABELA 12, a concentração máxima diária do MP<sub>10</sub> atingiu 9 vezes o Índice Regular a partir do dia 4 de julho, com concentrações diárias variando de 50,5 a 75 µg/m<sup>3</sup>. Destes nove dias, seis precederam o dia 16, que apresentou 132 atendimentos por DR's. Entre os dias 12 e 17 as temperaturas mínimas variaram entre 3,4°C e 10,1°C. Os outros três dias em que o MP<sub>10</sub> atingiu o Índice Regular antecederam o dia 21, com o maior número de atendimentos do mês, 134. Esses índices, associados aos valores de umidade relativa do ar (66,5% a 79,9%) entre os dias 12 e 17 podem ter atuado de forma conjunta para o número de atendimentos.

Cabe destacar os índices pluviométricos a partir do dia 21, que representaram 72% da pluviometria do mês de julho (que apresentou 10 dias com chuvas, 6 deles após o dia 21), pois promoveram remoção de poluentes em particular, o MP. “Além de possibilitar a dissolução de gases como o SO<sub>2</sub> e os NO<sub>x</sub>, a chuva promove o efeito de *remoção por agregação (rainout)* e *remoção por carreamento (washout)*, notadamente com relação ao material particulado”. (DANNI-OLIVEIRA, 1999, p. 76) Como pode ser observado no gráfico, as concentrações de MP atingiram os níveis mais baixos do mês de julho após o dia 21.

**PRANCHA 32 - EPISÓDIO AGUDO: JULHO DE 2001, ARAUCÁRIA - PR**



A PRANCHA 33 representa o mês de agosto de 2001.

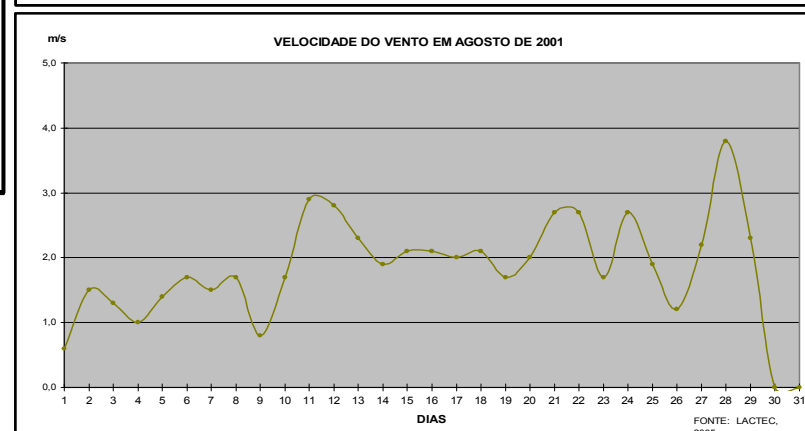
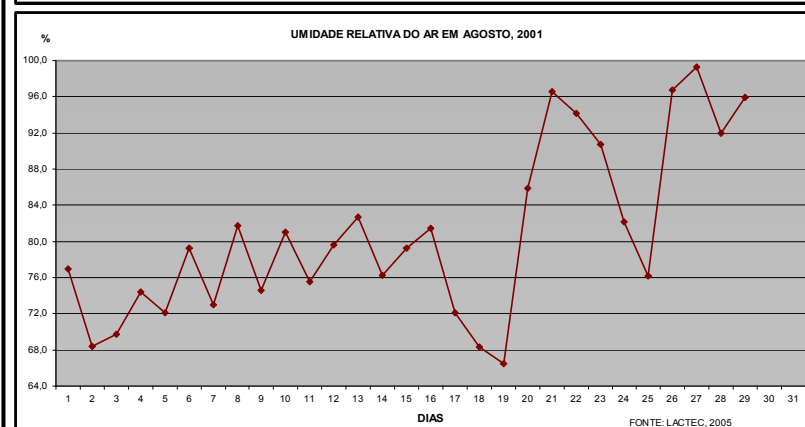
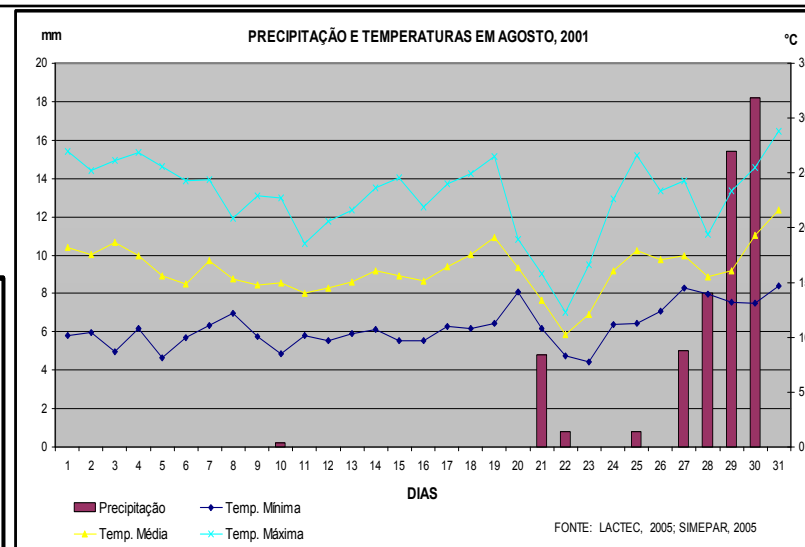
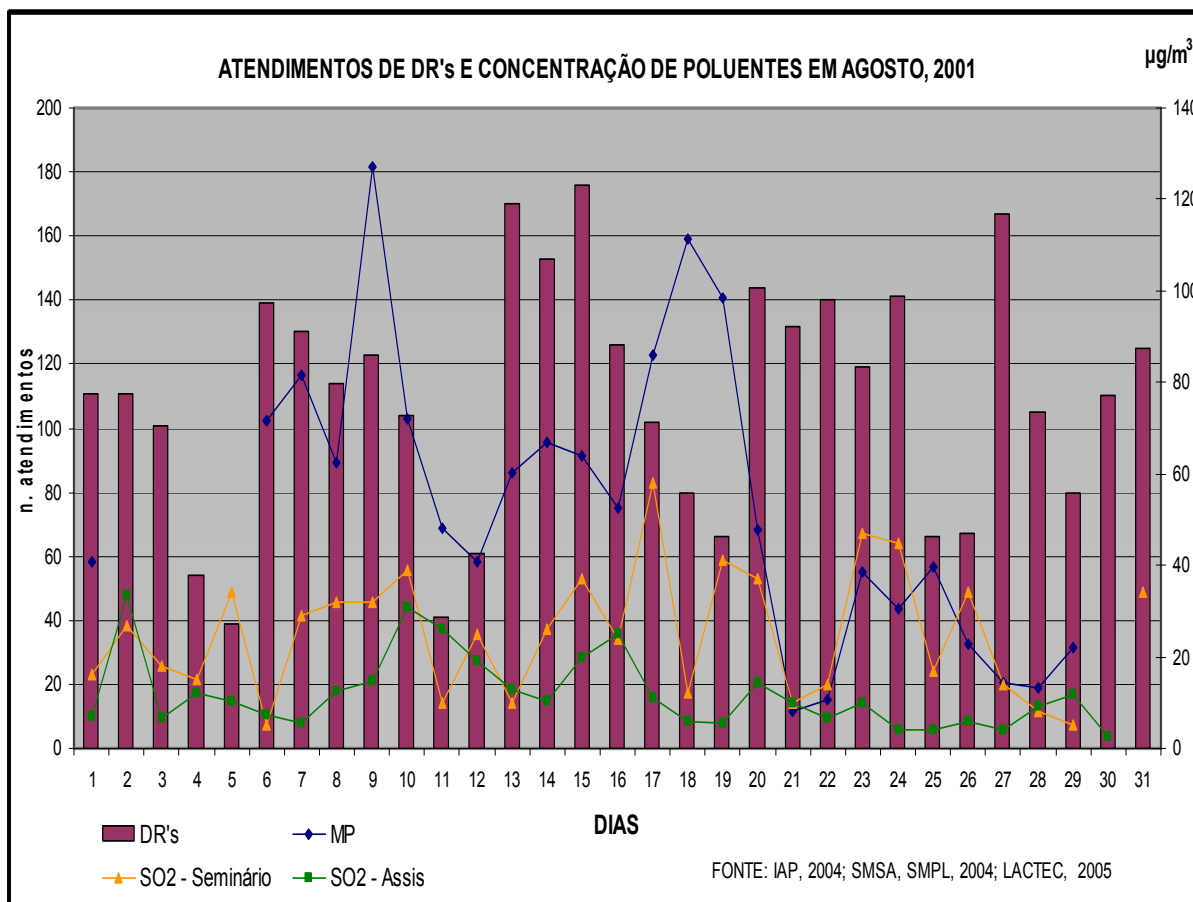
Agosto foi responsável pelo maior número de atendimentos, 3397 casos. A média do mês do SO<sub>2</sub> foi de 25 µg/m<sup>3</sup> e do MP 53,3 µg/m<sup>3</sup>; neste mês o MP atingiu doze vezes o Índice Regular de Qualidade do Ar. Pertence a agosto o menor índice pluviométrico, 53,2mm, apresentando cinco dias com chuvas superiores a 1mm.

Os dias em que ocorreram os maiores atendimentos foram: dia 13, com 170 casos, 14, com 153 casos e dia 15, com 176 (o maior do mês). O número de atendimento elevado nesses três dias pode estar atrelado ao fato de que em dias anteriores (6 a 10) a concentração de MP variou de 52,6 a 127,2 µg/m<sup>3</sup> e o de SO<sub>2</sub>, mesmo dentro das concentrações previstas para o Índice de Qualidade do Ar Bom, apresentou entre os dias 7 e 10 valores superiores à média do mês, variando de 29 a 39 µg/m<sup>3</sup> na Estação Seminário. A velocidade do vento pode ter contribuído com os atendimentos elevados pela não remoção dos poluentes, pois desde o dia 1º apresentou os valores mais baixos do mês, variando entre 0,6 m/s a 1,7 m/s.

Entre os dias 20 e 24, a média de atendimento diário foi de 136 casos (este foi o maior número de atendimentos no mês anterior, julho). Nos dias anteriores (13 a 19) as concentrações de MP variaram de 61,1 a 111,2 µg/m<sup>3</sup> (alcançando seis vezes o Índice Regular de Qualidade do Ar) e as concentrações de SO<sub>2</sub> entre os dias 13 e 19 ultrapassaram a média do mês três vezes na Estação Assis e cinco vezes na Estação Seminário. As amplitudes térmicas podem ter contribuído para o número elevado de atendimentos, pois variou de 11°C a 15°C entre os dias 13 a 19. A média da umidade relativa do ar foi de 75,2%, apresentando 66,5% no dia 19. De acordo com ROUQUAYROL (2003), a temperatura pode ser o desencadeador principal para uma maior taxa de morbi-mortalidade nos meses mais frios do ano. Conforme (AYOADE, p. 290), “o ar muito seco ou temperaturas extremamente baixas podem também prejudicar ou diminuir o vigor físico e a disposição para o trabalho mental”.

Quanto ao dia 27, o número de atendimentos por DR's (167 casos) pode estar relacionado às condições meteorológicas, às temperaturas mínimas do dia 22 (8,3°C), 23 (7,8°C) e às amplitudes térmicas verificadas nos dias 24 e 25, 11,4°C e 15,3°C, respectivamente. Os níveis de concentração do MP e SO<sub>2</sub> na Estação Assis sofreram redução a partir do dia 22, que podem estar relacionados à precipitação do dia 21 e à velocidade do vento, que atingiu 2,7 m/s, o terceiro valor mais alto do mês.

**PRANCHA 33 - EPISÓDIO AGUDO: AGOSTO DE 2001, ARAUCÁRIA - PR**



A PRANCHA 34 refere-se ao mês de maio de 2002.

O mês de agosto de 2002 apresentou o maior número de atendimentos por DR's do ano. A média mensal de concentração do  $\text{SO}_2$  foi de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e do MP,  $40,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . O mês apresentou 13 dias com chuvas acima de 1mm (total do mês 108, o mês junho com 39,6mm e janeiro, 216,8mm) e grande variação na velocidade do vento. Esses dois fatores associados podem ter contribuído com os níveis de concentração do  $\text{SO}_2$  e em particular do MP até o dia 21. No entanto, as concentrações de MP atingiram o Índice Regular de Qualidade do Ar cinco vezes, três posteriores ao dia 21. Para efeito de comparação, em três dias do mês de janeiro o MP atingiu o Índice Regular; em fevereiro, 16 dias; em março, 23 dias; em abril, 15 dias.

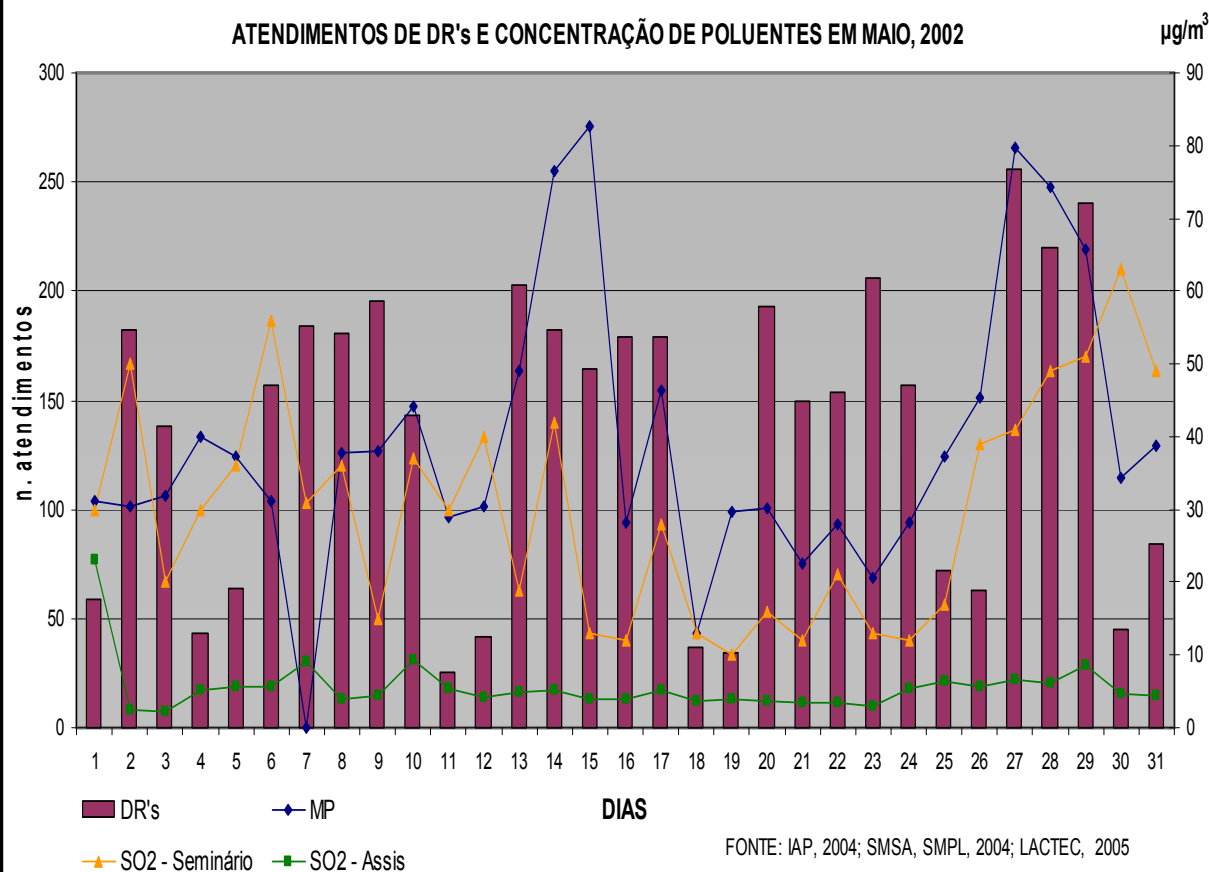
Os maiores atendimentos por DR's ocorreram no dia 27 (256 casos), 28 (220) e 29 (240). Os atendimentos dos dias 27 e 28 parecem estar mais relacionados com as variáveis meteorológicas que com a concentração de poluentes, pois se verificou que as temperaturas mínimas mais extremas ocorreram a partir do dia 21. Entre este dia e o dia 26, a umidade relativa do ar variou de 77,4% a 89,6% e amplitudes térmicas de  $8^\circ\text{C}$ . Os atendimentos do dia 29 (240) devem-se à associação das variáveis meteorológicas e à elevação da concentração de poluentes nos dias anteriores. O dia 27 apresentou temperatura mínima de  $11^\circ\text{C}$  e o dia 28,  $9,7^\circ\text{C}$ ; a amplitude térmica passou de  $8^\circ\text{C}$  para  $12^\circ\text{C}$ . As concentrações de MP nos dias 27 e 28 foram de  $79,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $74,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivamente; portanto, quase o dobro da média mensal. As concentrações de  $\text{SO}_2$  nestes dois dias também ultrapassaram a média do mês, apresentando, respectivamente,  $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Para o ano de 2003, o número de dias sem dados meteorológicos e concentração de poluentes dificultou a seleção dos meses com os maiores atendimentos para posterior análise.

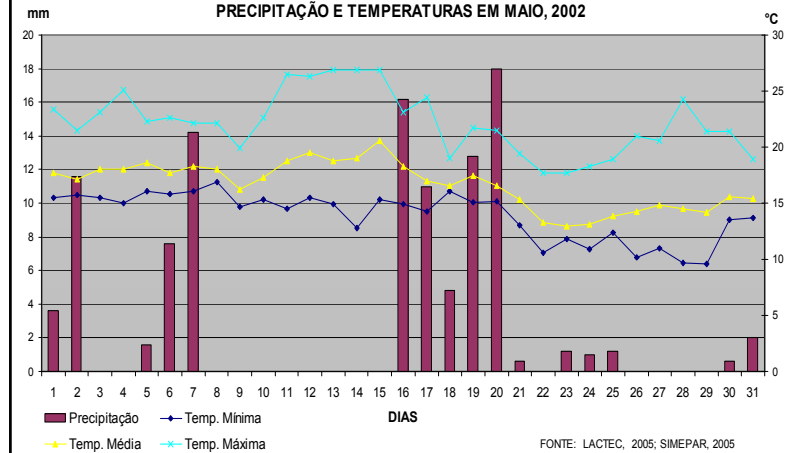
Durante os meses analisados foi possível identificar que as concentrações dos poluentes contribuíram com o número de atendimentos para certos dias; no entanto, as temperaturas, a amplitude térmica e a baixa velocidade do vento em dias anteriores aos maiores atendimentos incrementaram os efeitos da poluição do ar. A umidade relativa do ar e a precipitação atuaram como eficientes agentes de remoção das impurezas do ar, promovendo a remoção, em particular do MP nos dias posteriores às chuvas.

**PRANCHA 34 – EPISÓDIO AGUDO: MAIO DE 2002, ARAUCÁRIA - PR**

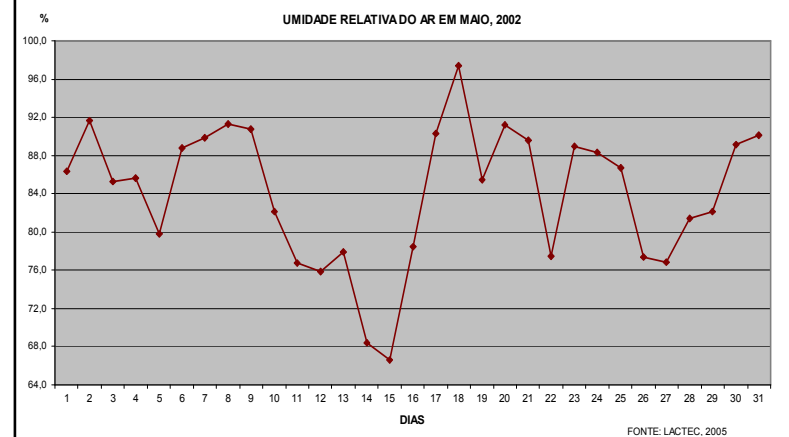
**ATENDIMENTOS DE DR's E CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES EM MAIO, 2002**



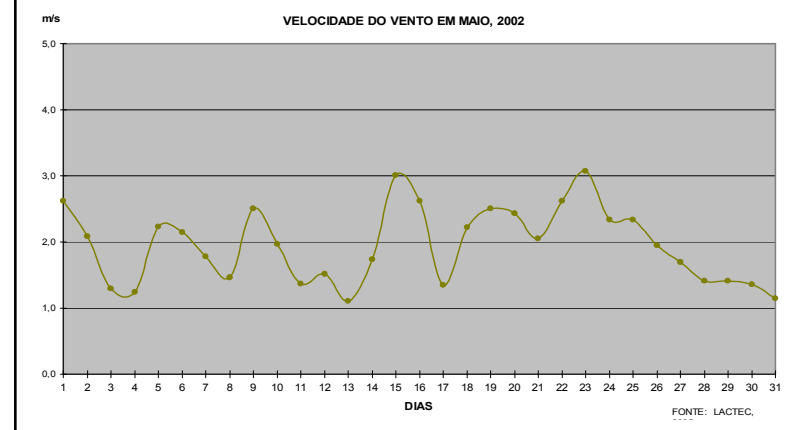
**PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURAS EM MAIO, 2002**



**UMIDADE RELATIVA DO AR EM MAIO, 2002**



**VELOCIDADE DO VENTO EM MAIO, 2002**

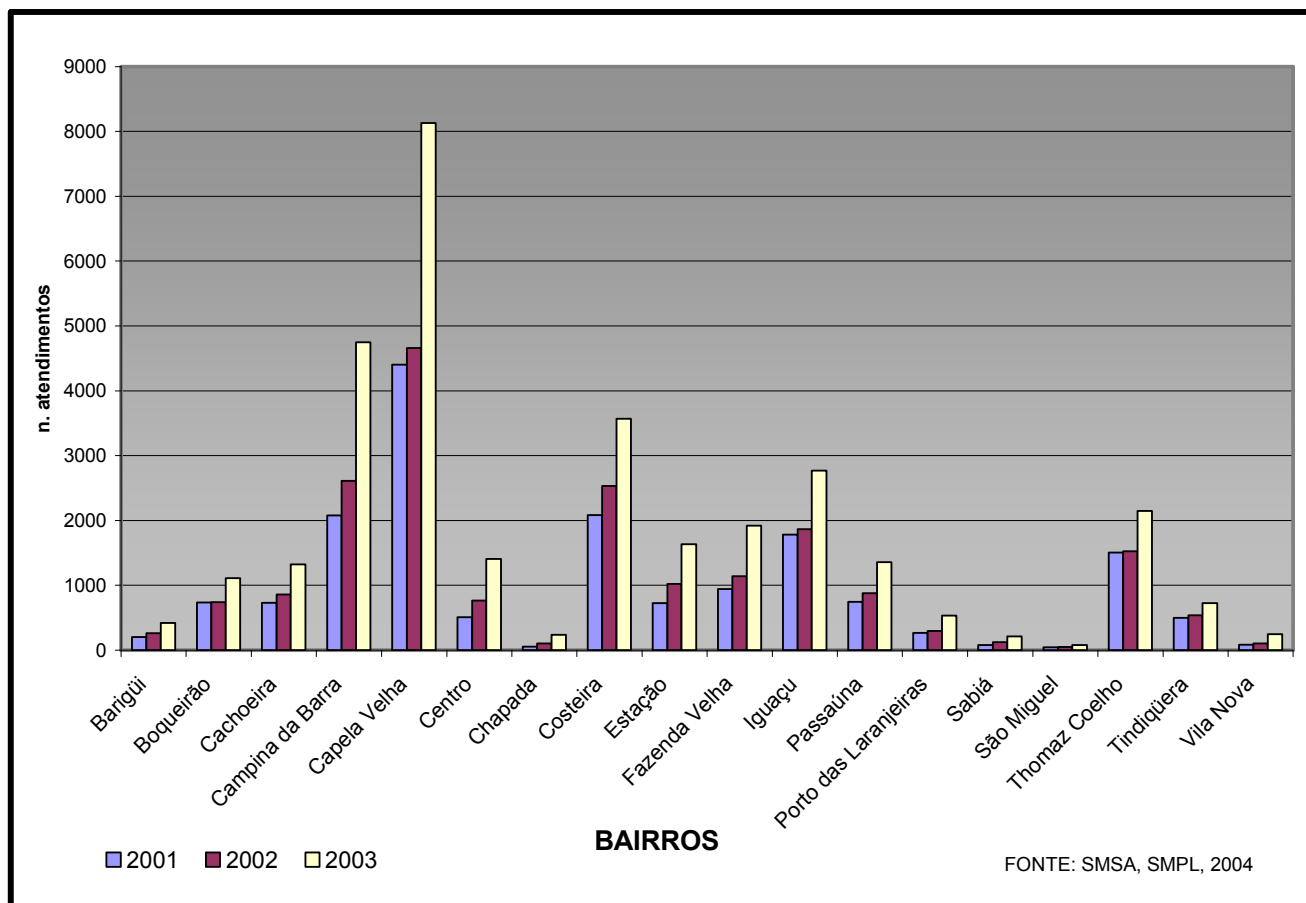


## 4.2 DOENÇAS RESPIRATÓRIAS E QUALIDADE DE VIDA

A definição da área do CIAR próxima às principais vias de acesso rodoviário (BR – 476, PR – 423, Avenida das Araucárias) e ferroviário, se necessário para o processo produtivo das empresas ali instaladas, também promoveu intenso adensamento populacional nos bairros próximos ao CIAR e a essas vias de acesso, por facilitarem o deslocamento dos trabalhadores até as empresas de Araucária ou até a capital, Curitiba.

O número de atendimentos por DR's está relacionado, portanto, à proximidade com o CIAR com as indústrias emissoras de poluentes, às elevadas taxas de crescimento populacional do bairro, que não foi acompanhado pela ampliação dos equipamentos urbanos, particularmente centros de saúde, centros de atendimento especializado, transporte público, entre outros indicadores, conforme NEGRELLI (2004), trazendo, em decorrência, qualidade de vida muito crítica.

O número de atendimentos a casos de doenças respiratórias por bairro e ano é apresentado no GRÁFICO 4.



**GRÁFICO 4 - ATENDIMENTOS DE DR's POR BAIRRO E ANO, ARAUCÁRIA - PR**



A interação entre qualidade de vida e saúde está correlacionada de tal maneira, que baixos salários, acesso limitado aos serviços de saúde e à educação formal de qualidade, subnutrição, condições de moradia insalubres e vestuário inadequado, elevado número de pessoas por domicílio, se influenciam mutuamente. (PALMA; MATTOS, 2001) A deterioração da qualidade do ar repercute especialmente nas crianças, idosos e pessoas que sofrem de doenças crônicas.

Todos os bairros urbanos do município apresentaram incremento no atendimento por doenças respiratórias de 2001 a 2003. Algumas características dos bairros serão destacadas na sequência, priorizando especialmente a qualidade de vida (MUITO CRÍTICA, CRÍTICA, RAZOÁVEL e BOA). Para entender e explicar o número de atendimentos por DR's, também foram consideradas a localização das indústrias e as temperaturas mínimas mensais do período de estudo.

Em 2001 a distribuição de atendimentos por DR's nos bairros da cidade para a faixa etária de 0 a 6 anos e para a faixa etária de 60 anos ou mais é apresentada nas PRANCHAS 1 a 8.

No ano de 2001 o maior número de atendimentos por DR's ocorreu no mês de agosto, que apresentou a menor precipitação e condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes associadas às temperaturas mínimas verificadas no final de julho, que variaram de 0,3 °C a 10,4 entre os dias 23 e 31/07. Os bairros que apresentaram maior número de atendimentos por DR's em 2001, na faixa etária de 0 a 6 anos foram: Capela Velha (4020 casos), Campina da Barra (1874) e Costeira (1827), bairros que apresentam a qualidade de vida MUITO CRÍTICA. Na faixa etária de 60 anos ou mais: Capela Velha (382), Costeira (256) e Campina da Barra (204).

Algumas características dos bairros de Araucária, especialmente daqueles que apresentaram maior número de atendimentos em 2001, são discutidas a seguir.

O bairro Capela Velha é o mais populoso da cidade de Araucária, além de possuir a segunda maior área; sua porção leste faz parte do CIAR I, e ocupa posição estratégica entre esta zona industrial e as outras duas: o CIAR II e CIAR III. Apresenta, portanto, indústrias tradicionais e intermediárias instaladas em seu território. As principais indústrias intermediárias de grande porte, como a REPAR e a COCELPA, localizam-se a leste do bairro Capela Velha, e a frequência dos ventos predominantes no mês de agosto era desta direção. Portanto, a localização industrial, a frequência dos ventos, a baixa precipitação (53,2 mm) podem ter

contribuído com o número elevado de atendimentos, somado a indicação de que o período inicial de agosto foi desfavorável à dispersão dos poluentes. (IAP, 2001)

Os três bairros – Capela Velha, Campina da Barra e Costeira – têm em comum o fato de apresentarem elevada taxa de crescimento populacional entre 1980 e 2000, que, de acordo com NEGRELLI (2004), foi igual ou superior a 10% ao ano (para o período 2000 a 2003, o crescimento atingiu 10,63%). Apresenta também a maior porcentagem de população migrante, configurando mais de 80% do total de residentes. O crescimento realizou-se via processo migratório, em que o bairro Campina da Barra é o exemplo extremo, com 13% de moradores araucarienses em 2001.

O crescimento populacional verificado nos bairros Costeira, Campina da Barra, Capela Velha, Boqueirão e Passaúna, bairros de qualidade de vida MUITO CRÍTICA, pode não ter sido acompanhado por investimentos na área social; por isso a longevidade, um importante indicador da qualidade de vida, foi avaliada por NEGRELLI (2004) pela quantidade de idosos entre os habitantes do bairro, representando porcentagem igual ou inferior a 3%, a proporção mais baixa do município de Araucária para a faixa etária de 60 anos ou mais.

Em 2000, a taxa de alfabetização média para maiores de 15 anos, na área urbana do município, foi de 90,91%. No entanto, os três bairros – Capela Velha, Campina da Barra e Costeira – apresentaram percentuais abaixo da média; os dois últimos bairros vêm apresentando taxas de alfabetização inferiores à média desde 1991. Esses bairros também apresentaram piores condições que a média quanto ao indicador escolaridade. Os chefes de domicílio apresentaram média inferior a 4 anos de estudo.

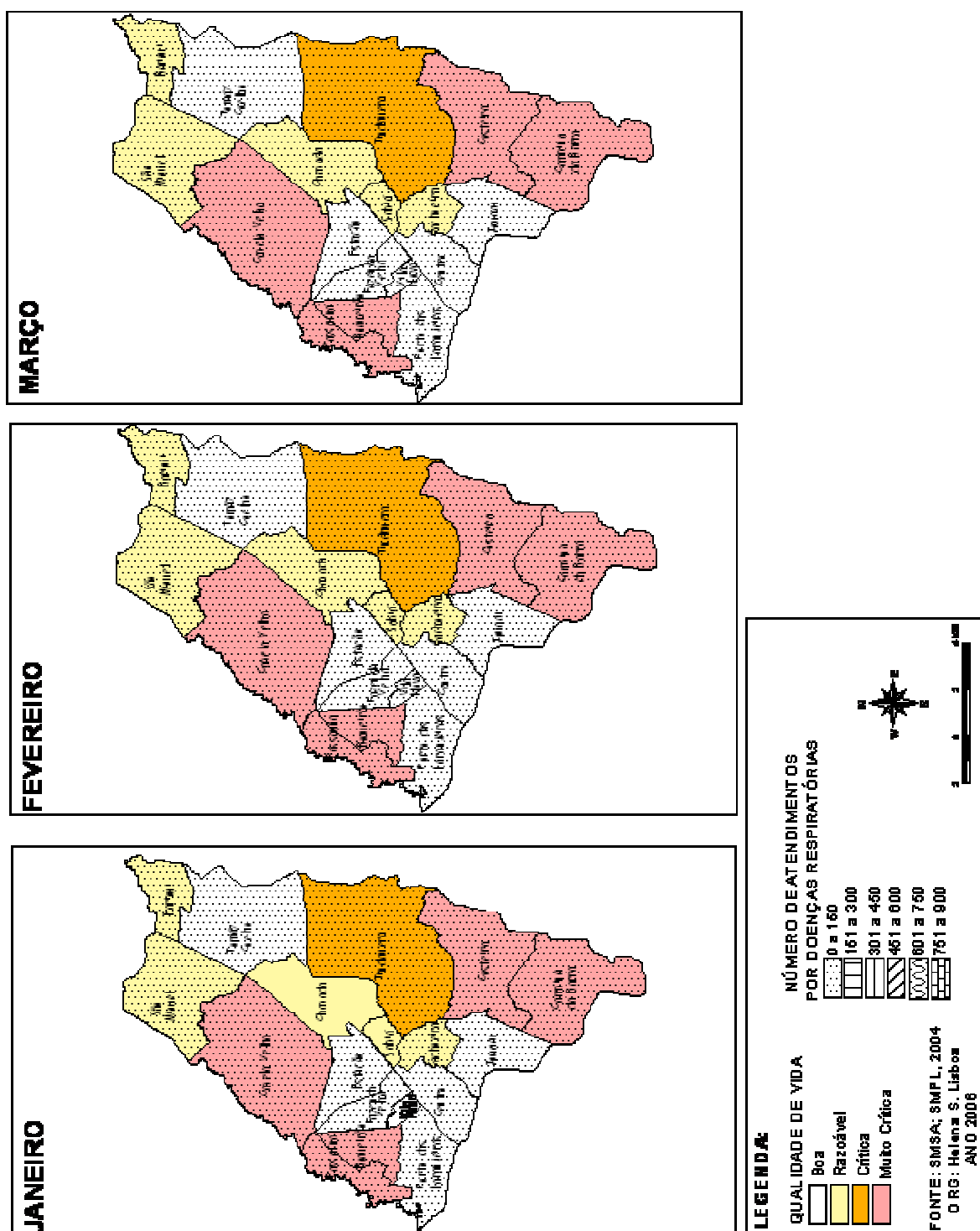
O percentual de chefes de família com rendimento médio mensal também pode ser tomado como indicador da qualidade de vida, e os três bairros (Capela Velha, Costeira e Campina da Barra) com os maiores atendimentos por DR's apresentaram para este indicador: 39% dos chefes de família com rendimentos até dois salários mínimos (incluindo aqueles sem rendimentos) para o ano de 2000 – valor considerado a média do município. Em 1991, no entanto, Capela Velha e Costeira apresentaram 50% dos chefes de família com rendimento até dois salários mínimos e 68%, para Campina da Barra. Mesmo considerando a redução do número de chefes de família com rendimento até dois salários mínimos entre 1991 e 2001, estes dois bairros, juntamente com Boqueirão, apresentam os menores percentuais

de chefes de família com cinco salários mínimos ou mais da área urbana de Araucária.

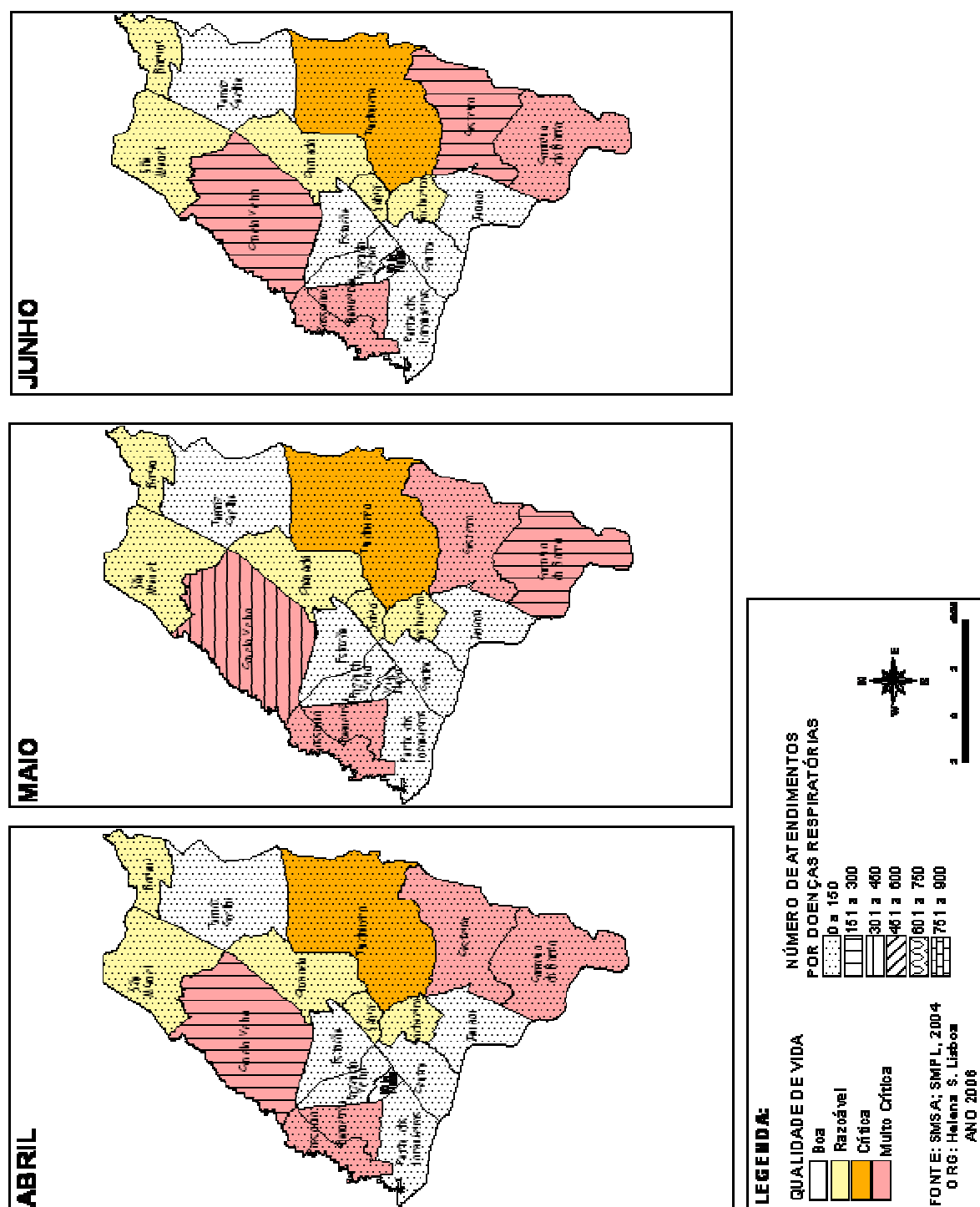
O trabalho com dados de mortalidade infantil não faz parte desta pesquisa; no entanto, DUCHIADE e BELTRÃO (1992, p. 116) apontam indicadores socioeconômicos que determinam a mortalidade infantil, quais sejam “renda familiar mensal *per capita*, condições de saneamento do domicílio (água e esgoto), condição migratória, instrução da mãe e/ou do pai, situação urbana ou rural, situação de emprego do chefe de família.” Estes autores também destacam a importância de considerar aglomeração domiciliar, a frequência em creches e a poluição atmosférica.

Verificou-se, de acordo com o IAP (2001) maior concentração de SO<sub>2</sub> entre as direções ENE-ESE em relação à Estação Assis, na direção dos bairros Chapada (qualidade de vida MUITO CRÍTICA), Tindiquera (qualidade de vida CRÍTICA) e parte de Thomaz Coelho (qualidade de vida BOA), sendo estes dois últimos aqueles que apresentam maior concentração de plantas industriais de grande porte e baixa densidade demográfica. A frequência da direção dos ventos contribuiu para o transporte dos poluentes na direção do bairro Costeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA), ao sul do bairro Tindiquera e Thomaz Coelho, essencialmente industriais. Quanto ao MP, a direção que predominou a concentração foi norte em relação à Estação Assis, ou seja, na direção de um dos bairros mais populosos do município, Capela Velha (qualidade de vida MUITO CRÍTICA). A localização do CIAR e dos estabelecimentos industriais pode ser visualizada nos MAPAS 3 e 4; a da Estação Assis, no MAPA 5.

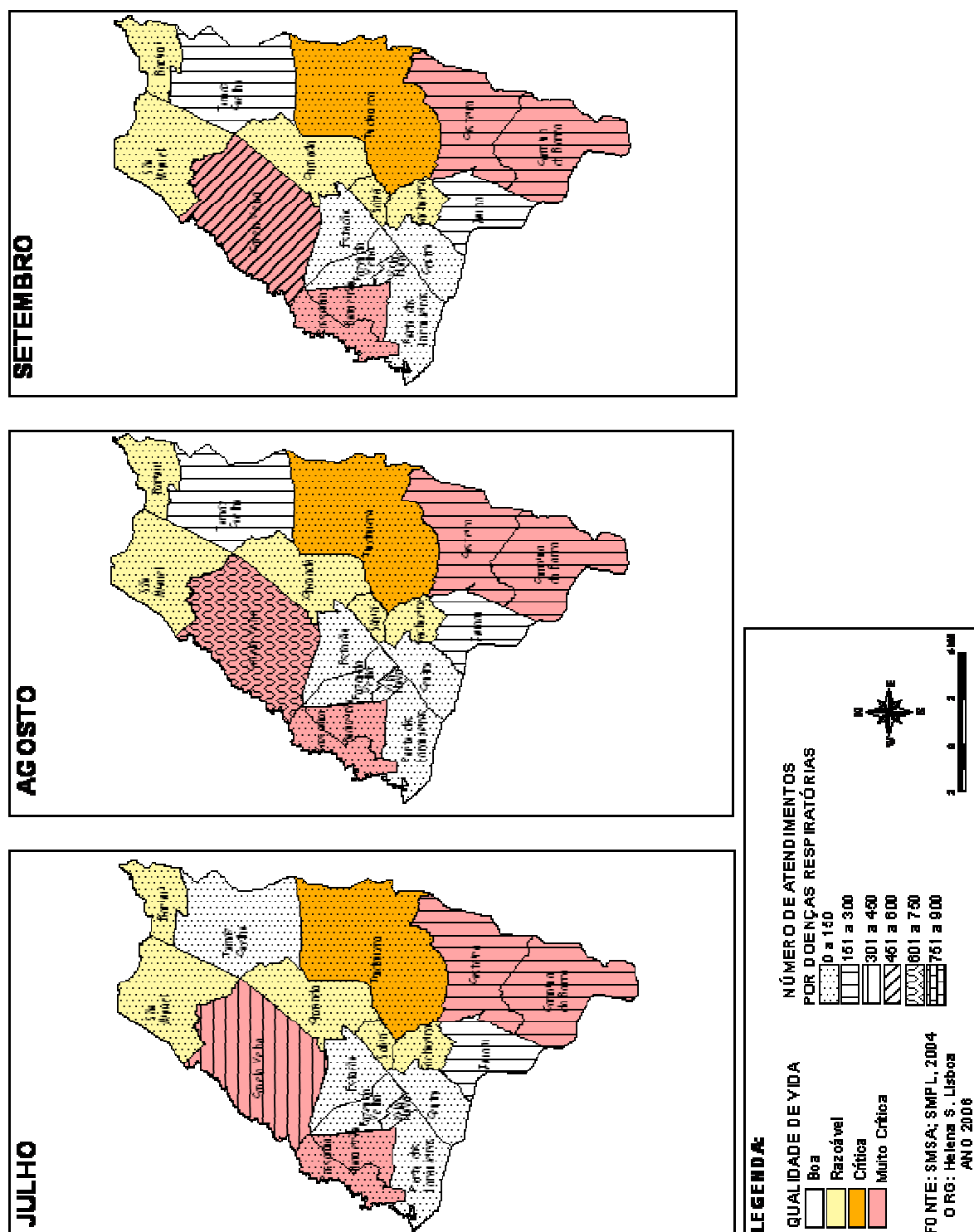
**PRANCHA 1 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE JANEIRO A MARÇO EM ARAUCÁRIA/PR, 2001.**  
**FAIXA ETÁRIA: 0 a 6 anos**



**PRANCHA 2 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE ABRIL A JUNHO EM ARAUCÁRIA/PR, 2001.**  
FAIXA ETÁRIA: 0 a 6 anos

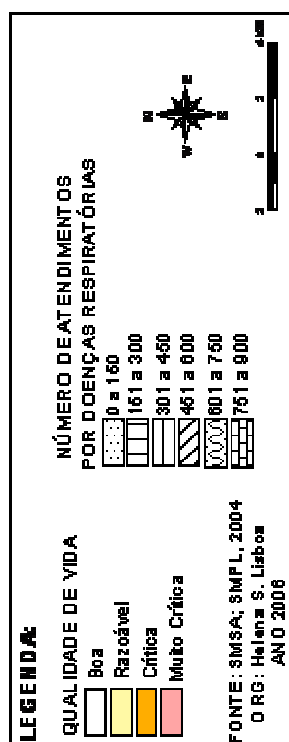
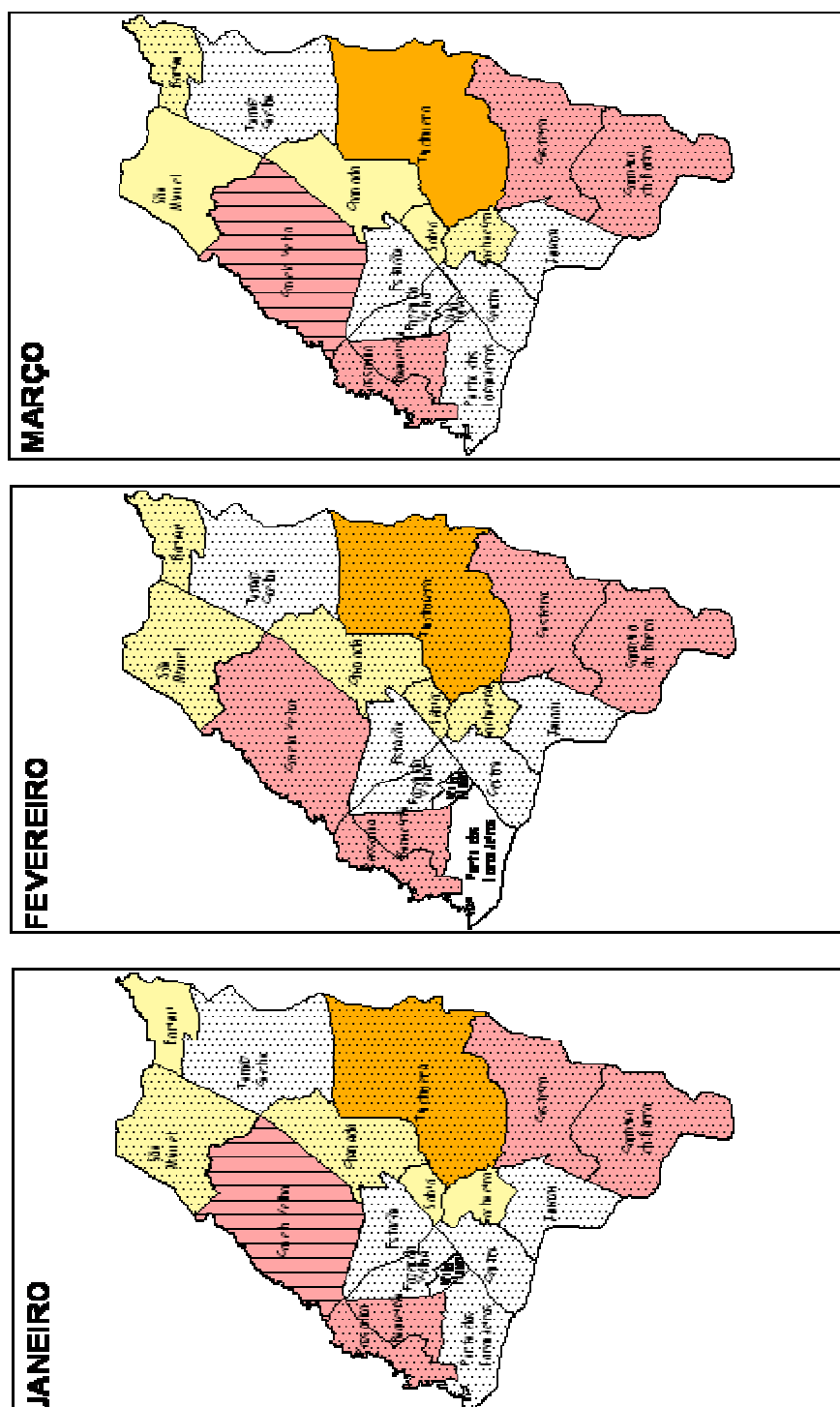


**PRANCHA 3 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BARRIO DE JULHO A SETEMBRO EM ARAUCÁRIA/PR, 2001.**  
**FAIXA ETÁRIA: 0 a 6 anos**



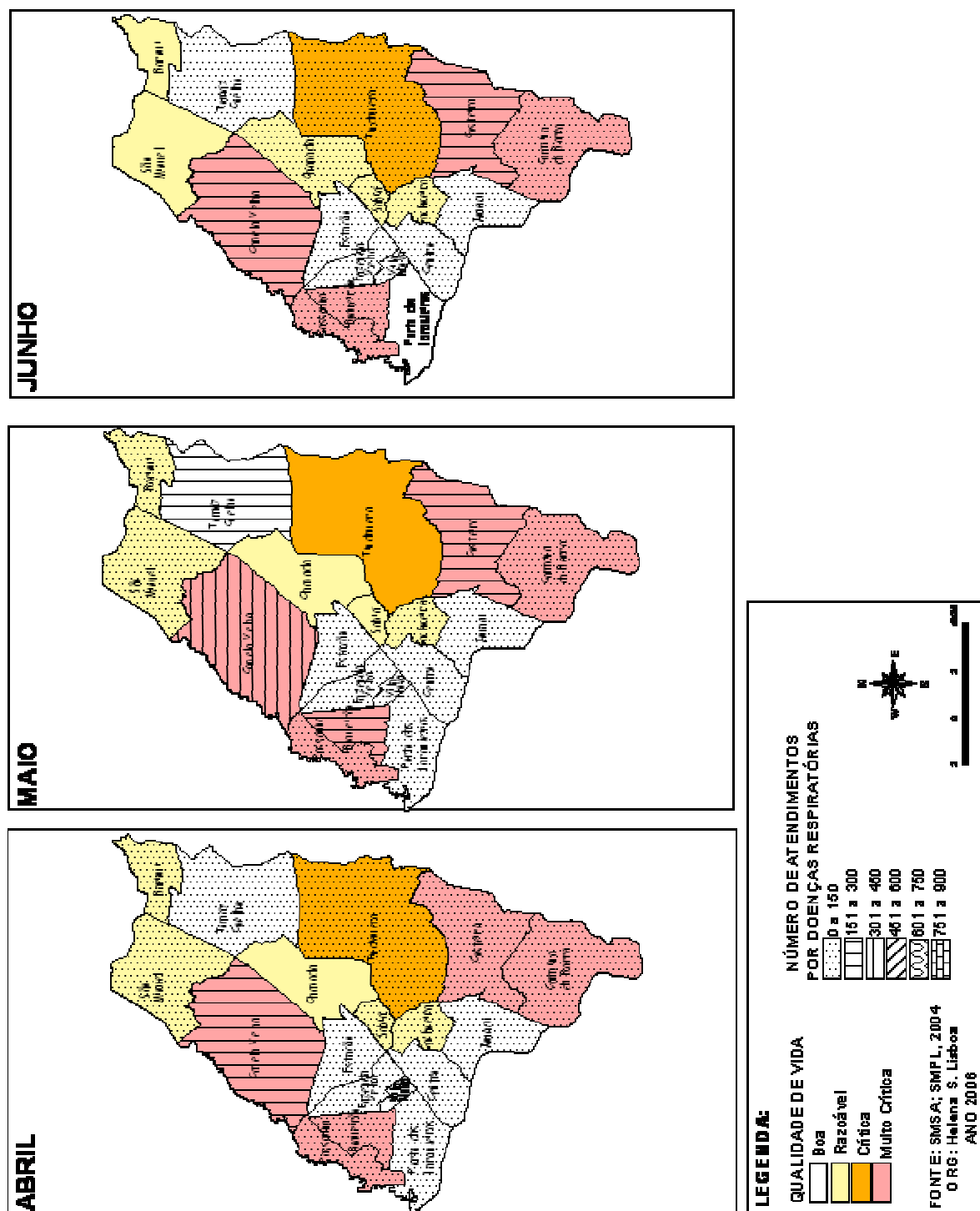


**PRANCHA 5 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE JANEIRO A MARÇO EM ARAUCÁRIA/PR, 2001.**  
**Faixa Etária: mais de 60 anos**

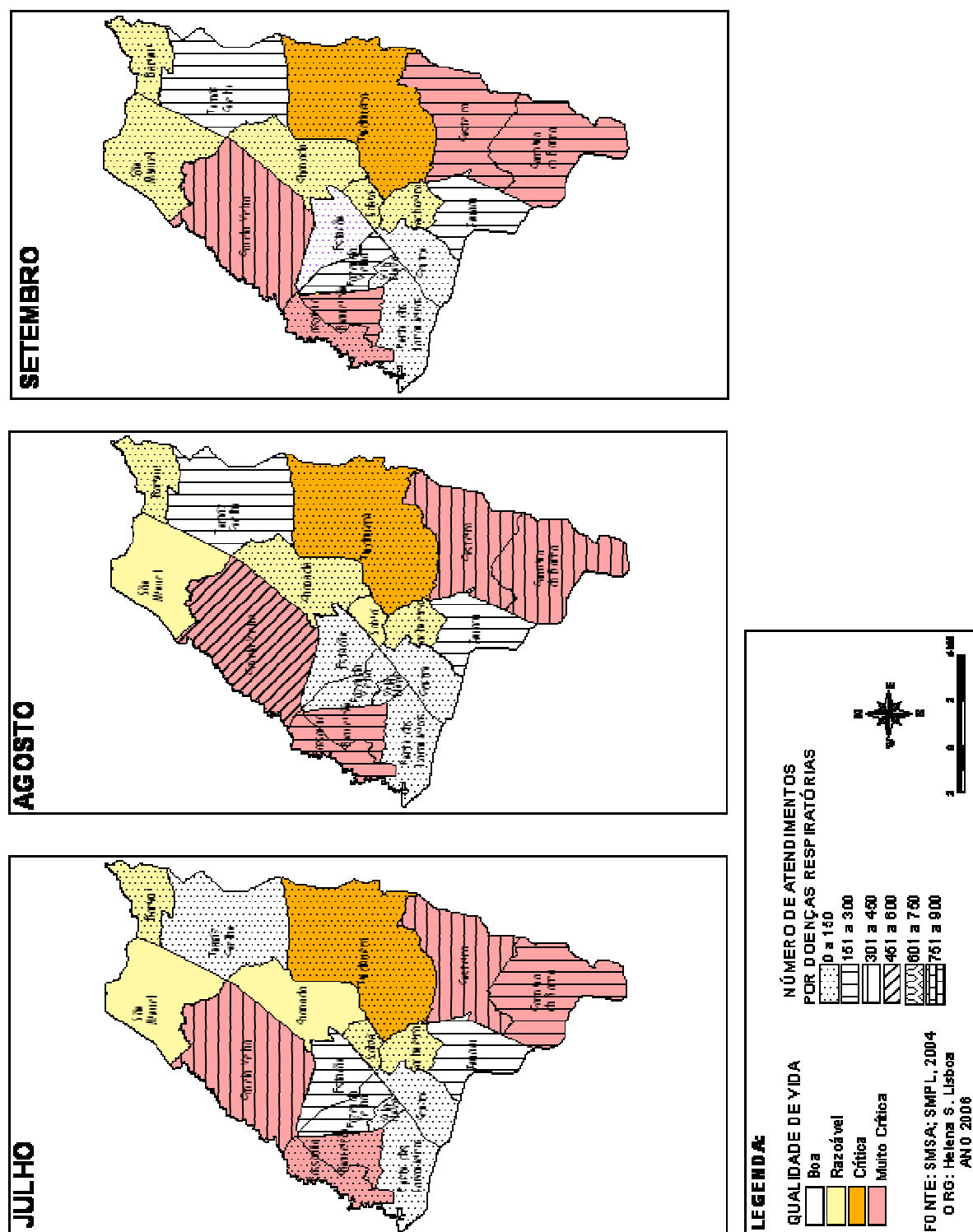




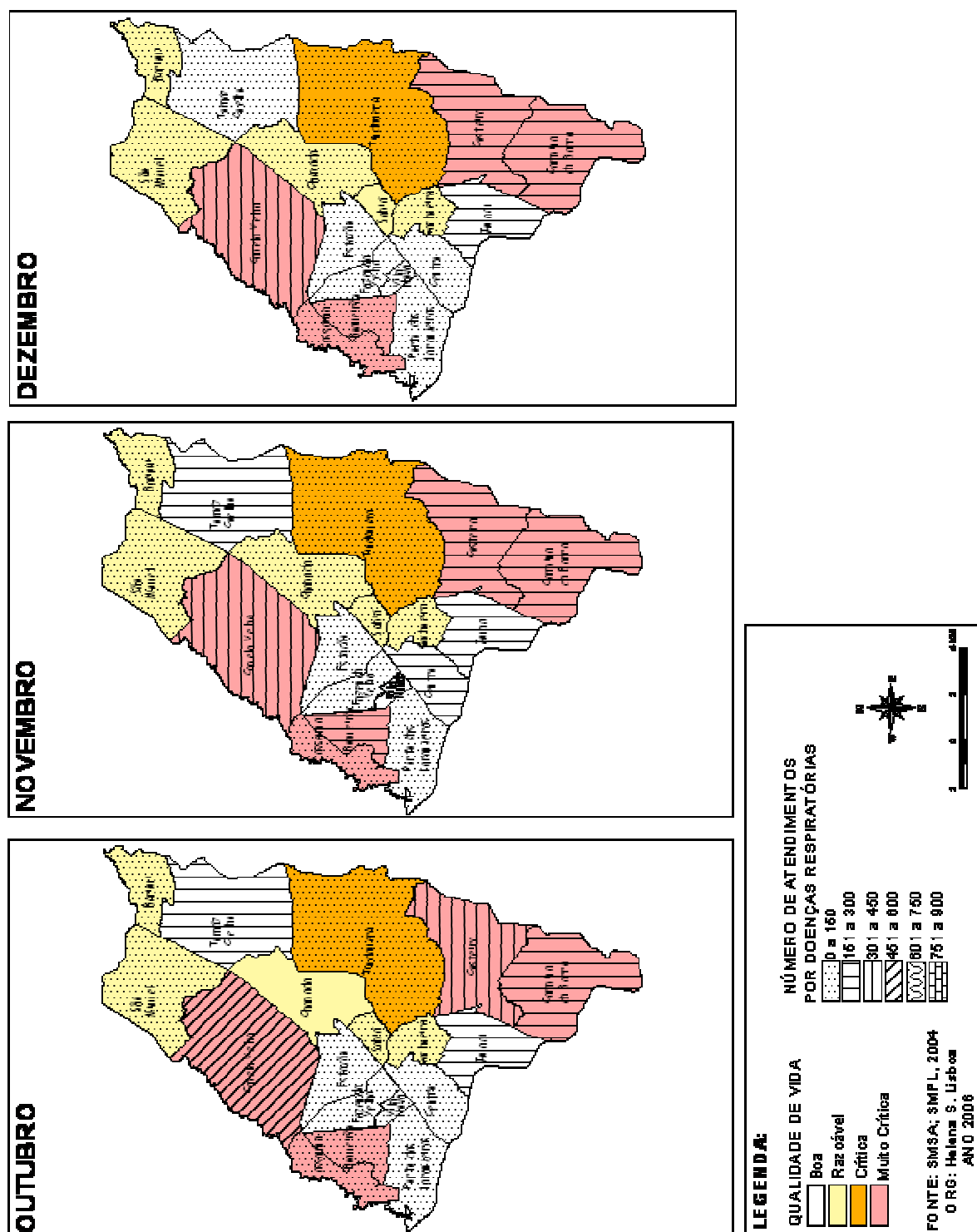
**PRANCHA 6 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BARRIO DE ABRIL A JUNHO EM ARAUCÁRIA/PR, 2001.  
FAIXA ETÁRIA: mais de 60 anos**



**PRANCHA 7 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BARRIO DE JULHO A SETEMBRO EM ARAUCÁRIAPR, 2001.**  
**FAIXA ETÁRIA: mais de 60 anos**



**PRANCHA 8 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE OUTUBRO A DEZEMBRO EM ARAUCÁRIA/PR, 2001.**  
**FAIXA ETÁRIA: mais de 60 anos**



A distribuição de atendimentos por DR's nos bairros da cidade em 2002 para a faixa etária de 0 a 6 anos e para a faixa etária de 60 anos ou mais é apresentada nas PRANCHAS 9 a 16.

Em 2002, o maior número de atendimentos por DR's ocorreu em maio (2226 casos) e junho (2217). Junho registrou a menor precipitação do ano, 39,6 mm, apresentando até agosto condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes e os valores mais baixos do ano para a velocidade do vento, que ocorreram no final de maio. Os bairros com os maiores números de atendimentos por DR's em 2002, na faixa etária de 0 a 6 anos, foram novamente: Capela Velha (4122 casos), Campina da Barra (2354) e Costeira (2260). Na faixa etária de 60 anos ou mais, os bairros foram: Capela Velha (537), Costeira (272) e Campina da Barra (257).

Com relação aos bairros de qualidade de vida BOA, Estação, Fazenda Velha, Iguaçu, Thomaz Coelho, Porto das Laranjeiras, Vila Nova e o Centro, NEGRELLI (2004) apontou algumas características em comum: tendência de crescimento urbano e concentração da população no entorno do Centro, em maior grau nos bairros Iguaçu, Fazenda Velha e Estação, sendo a principal exceção o Thomaz Coelho, bairro industrial (MAPA 3). A quantidade de idosos acima da média do município (4%) foi identificada no Centro e nos bairros Vila Nova, Porto das Laranjeiras, Thomaz Coelho (qualidade de vida BOA). Outra característica é o baixo percentual de pessoas por domicílio (27%) – abaixo da média –, pois, de acordo com o mapa da Pobreza de Curitiba (UFPR; IPARDES; IPPUC, 1997), domicílios com cinco pessoas ou mais podem ser considerados em situação precária. (NEGRELLI, 2004, p. 76) Os seis bairros também possuem os melhores rendimentos médios mensais da cidade: para os chefes de família que recebem até dois salários mínimos, esses bairros apresentaram percentuais abaixo da média da área urbana; para os chefes de família que recebem cinco salários mínimos ou mais, percentual acima da média. Contudo, os bairros Thomaz Coelho e Iguaçu apresentaram atendimentos por DR's elevados. Considerando este valor em relação ao número de habitantes de cada bairro, constatou-se 38% e 20%, respectivamente, como a proporção de atendimentos. Esses percentuais estão dentro dos valores atingidos pelos bairros de qualidade de vida MUITO CRÍTICA. Pode ter contribuído com o elevado número de atendimentos para o bairro Thomaz Coelho o fato de ser um bairro industrial, além da frequência da direção dos ventos – especialmente nos meses de maio a agosto – provenientes dos quadrantes N (339° a 22°) a L (69° a

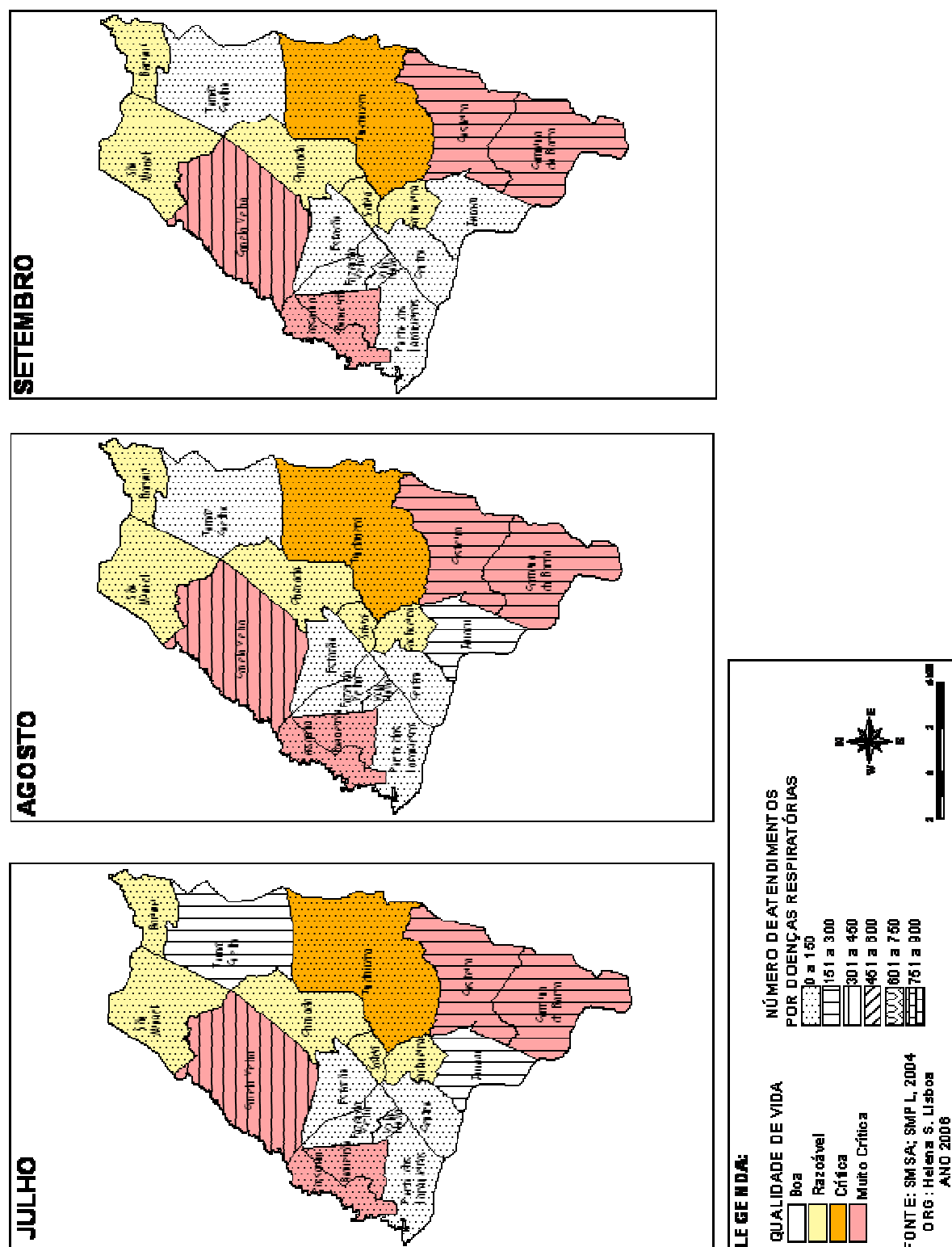
112°), que transportaram poluentes da CIC. Quanto ao bairro Iguaçu, sua posição geográfica em relação à localização das principais indústrias do CIAR, assim como a frequência da direção dos ventos já apontada anteriormente, podem ter contribuído com o número de atendimentos por DR's. Portanto, mesmo os bairros de qualidade de vida BOA apresentaram significativos atendimentos por DR's devido aos níveis de concentração dos poluentes atmosféricos, proximidade do CIAR, frequência da direção dos ventos e, também, em decorrência do perfil etário de seus habitantes.

Verificou-se, de acordo com o IAP (2002), que as maiores concentrações de  $\text{SO}_2$  encontravam-se entre as direções ENE e ESE em relação à estação Assis (semelhante ao ano anterior, mas em níveis de concentração elevados). Quanto ao MP, as direções predominantes de concentração foram ENE e E, em relação à Estação Assis; na direção do bairro Capela Velha, houve a repetição da concentração do  $\text{SO}_2$ . A mesma concentração do poluente MP foi verificada entre as direções NNO e N, ou seja, em direção aos bairros Chapada (qualidade de vida MUITO CRÍTICA) e Capela Velha (qualidade de vida MUITO CRÍTICA) e, na direção S, para os bairros Cachoeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA), Costeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA) e Iguaçu (qualidade de vida BOA).



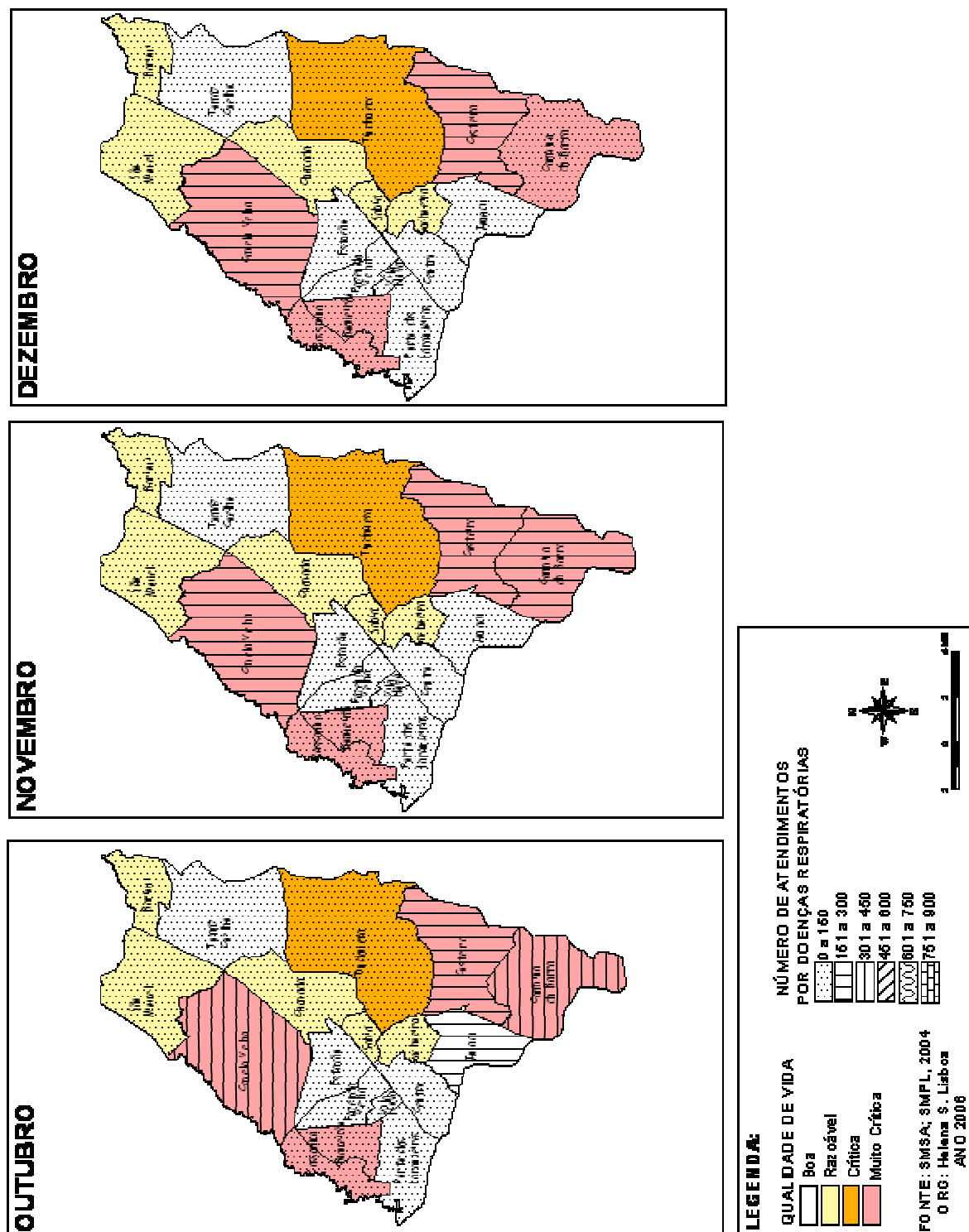


**PRANCHA 11 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE JULHO A SETEMBRO EM ARAUCÁRIA/PR, 2002.**  
**Faixa etária: 0 a 6 anos**

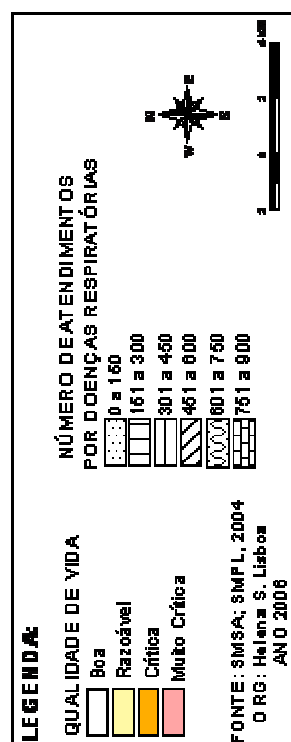
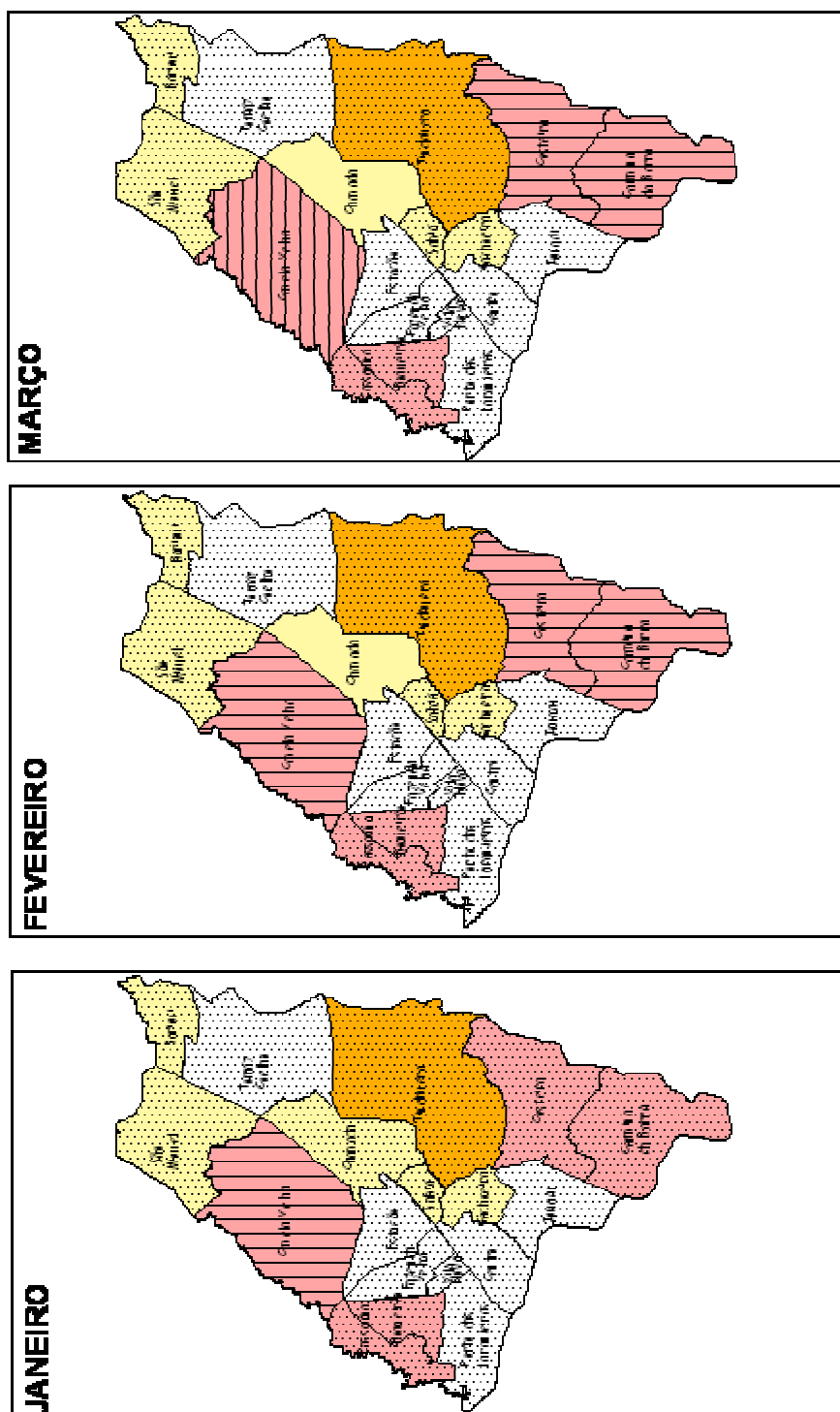




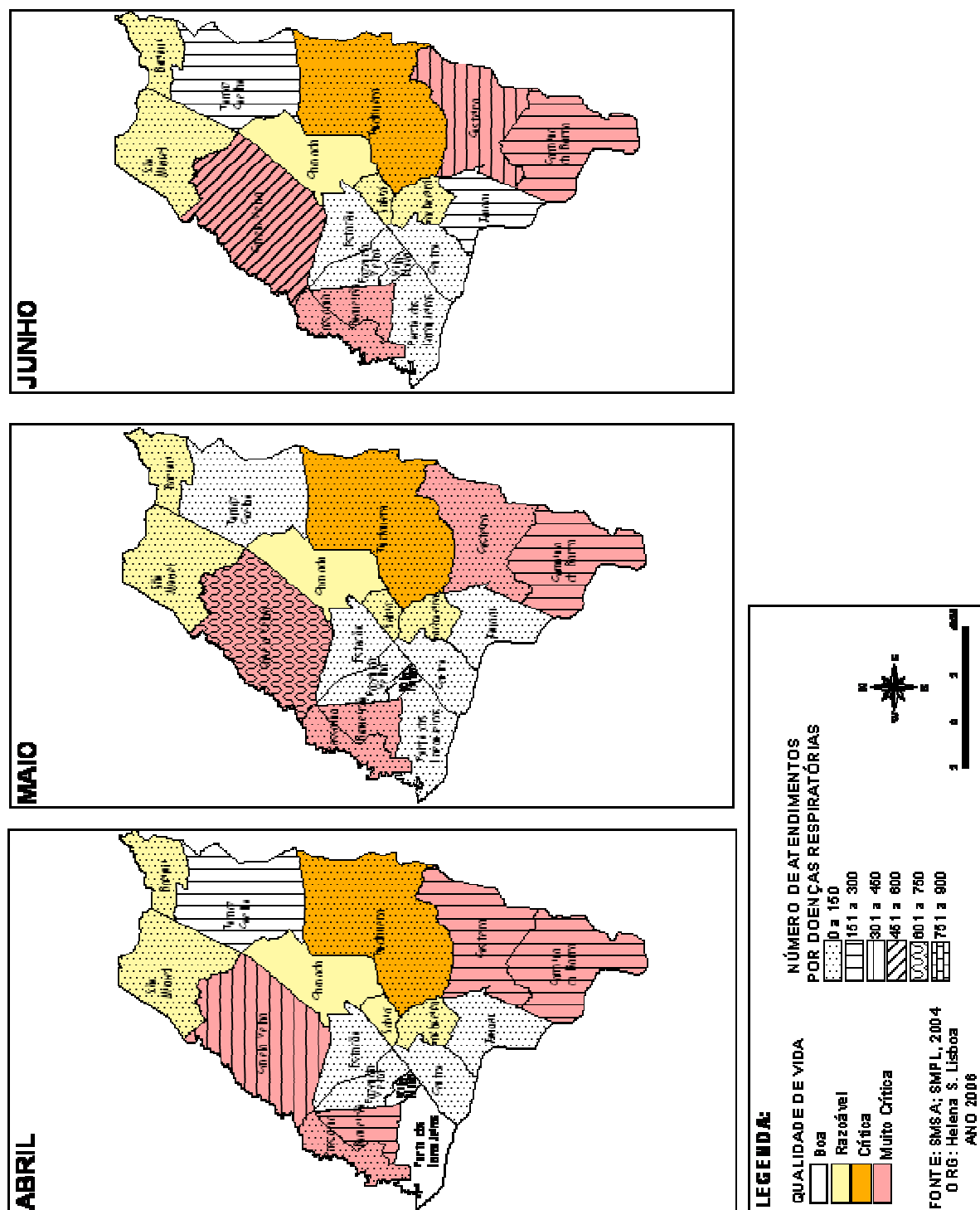
**PRANCHA 12 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE OUTUBRO A DEZEMBRO EM ARAUCÁRIA/PR, 2002.**  
**FAIXA ETÁRIA: 0 a 5 anos**



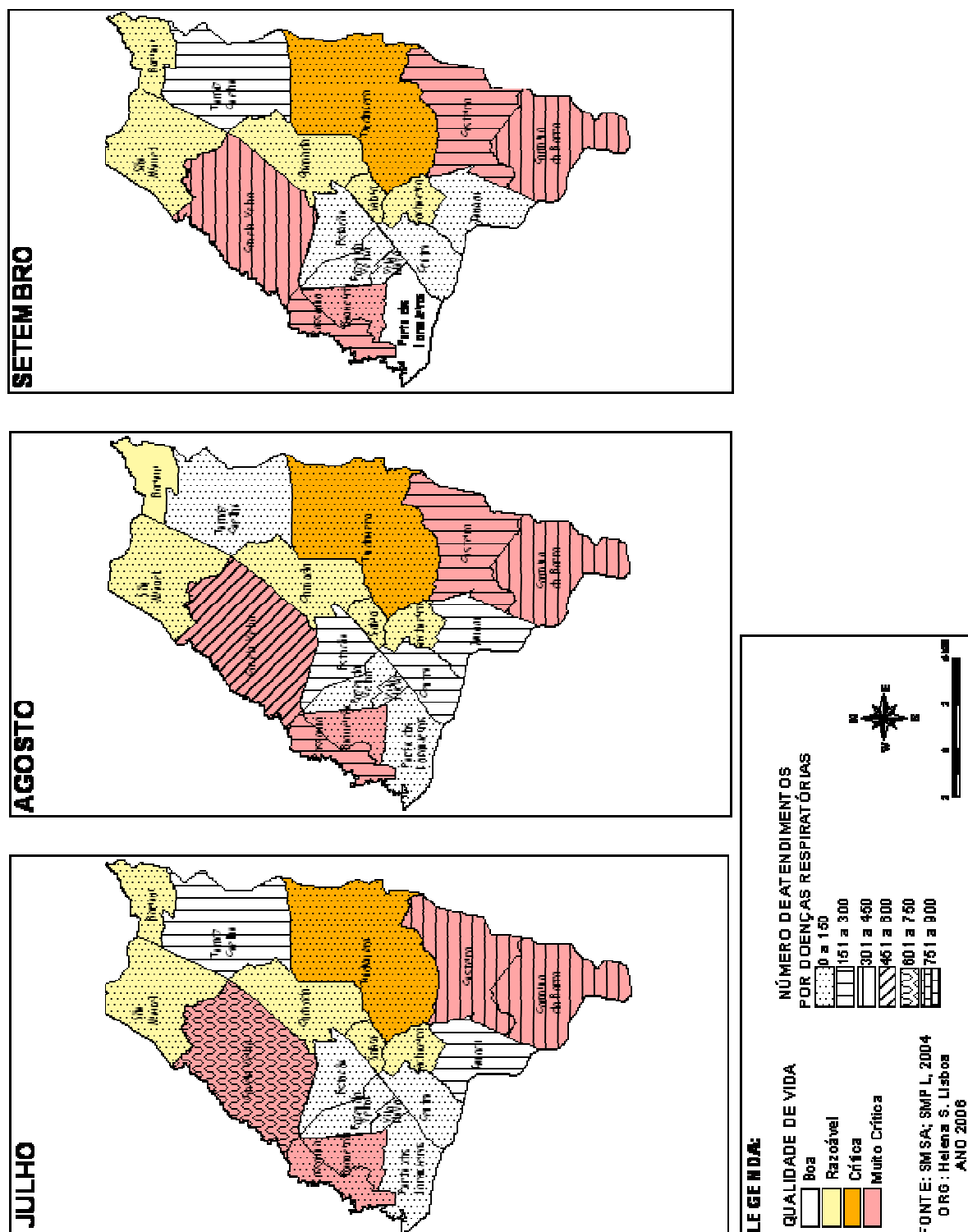
**PRANCHA 13 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE JANEIRO A MARÇO EM ARAUCÁRIAPR, 2002.**  
**FAIXA ETÁRIA: mais de 60 anos**



**PRANCHA 14 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE ABRIL A JUNHO EM ARAUCÁRIAPR, 2002.  
FAIXA ETÁRIA: mais de 60 anos**



**PRANCHA 15 - ESPECIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE JULHO A SETEMBRO EM ARAUCÁRIAPR, 2002.**  
**FAIXA ETÁRIA: mais de 60 anos**





A distribuição de atendimentos por DR's nos bairros da cidade em 2003, para a faixa etária de 0 a 6 anos e para a faixa etária de 60 anos ou mais, é apresentada nas PRANCHAS 17 a 24.

Em maio de 2003, ocorreu o maior número de atendimentos por DR's e foi o mês com a segunda mais baixa precipitação do ano, 18,6 mm, apresentando 5 dias de chuva (o mês de menor precipitação foi agosto, com 9,6 mm, com 6 dias de chuva). O período correspondente aos dias 26 a 31 de maio apresentou temperaturas mínimas que oscilaram entre 2,8°C e 7,1°C. Foi também neste período que a velocidade do vento apresentou o valor mais baixo do mês e do ano. Este mês caracterizou-se por condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes, assim como julho.

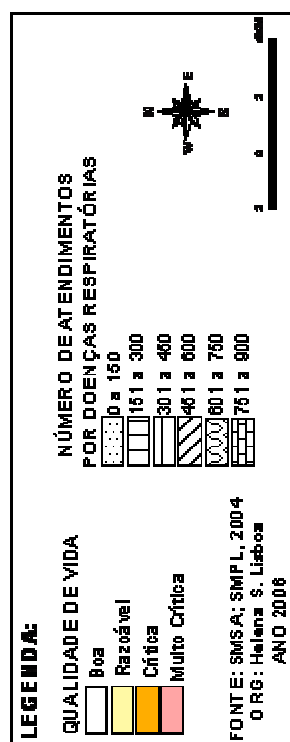
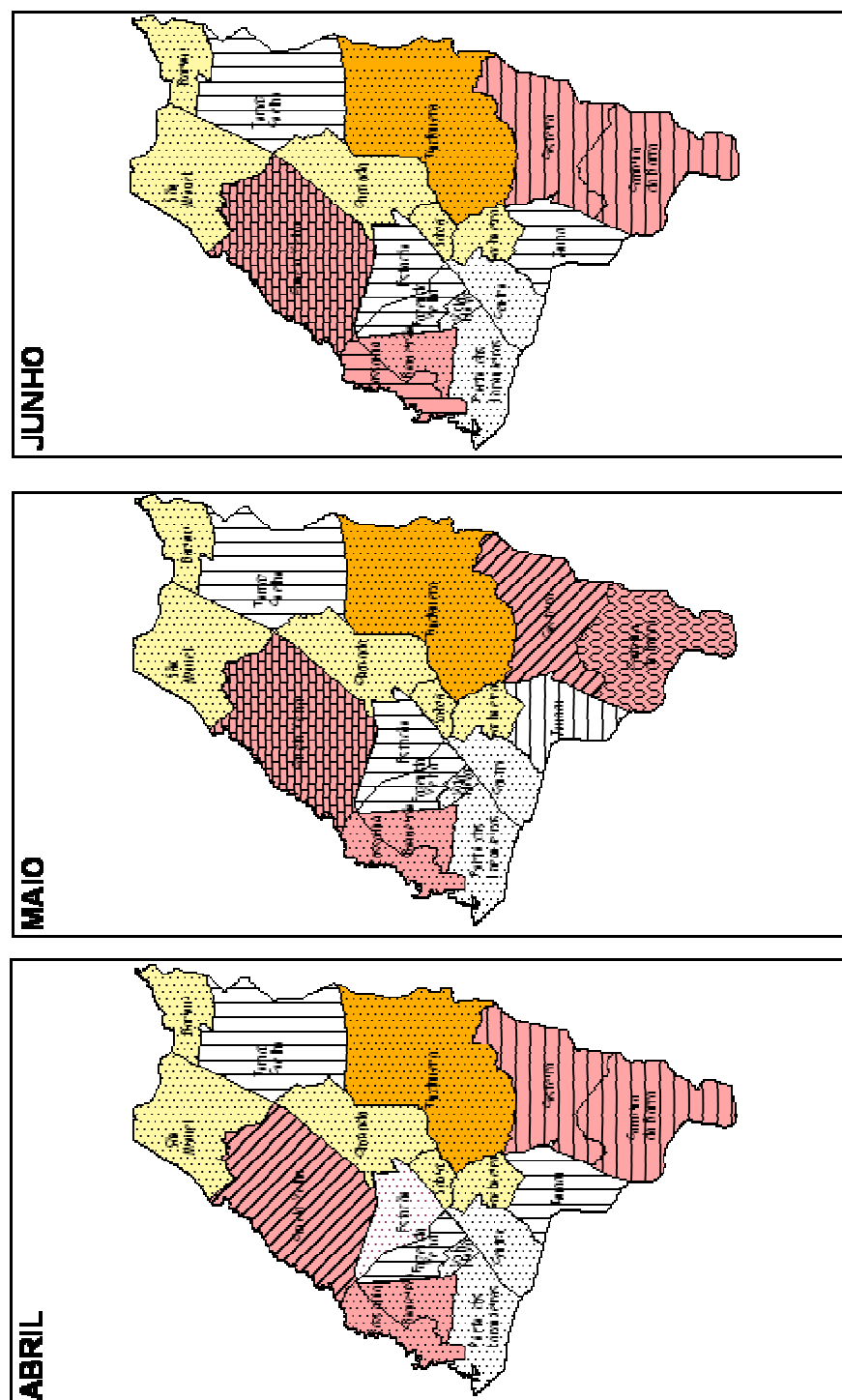
Os bairros que apresentaram maior número de atendimentos por DR's em 2003 são os mesmos dos anos anteriores. Na faixa etária de 0 a 6 anos: Capela Velha, com 7370 casos (qualidade de vida MUITO CRÍTICA); Campina da Barra, com 4385 casos (qualidade de vida MUITO CRÍTICA); Costeira, 3217 casos (qualidade de vida MUITO CRÍTICA). Na faixa etária de 60 anos ou mais: Capela Velha, 761 casos; Campina da Barra, 364; Costeira, 353.

Com relação ao indicador longevidade, os bairros de qualidade de vida RAZOÁVEL que apresentaram os percentuais mais elevados de idosos entre seus habitantes foram: Barigüi 5%; Sabiá, 15%; Chapada, 31%; São Miguel, 34%. O bairro Barigüi (qualidade de vida RAZOÁVEL) apresentou um incremento no atendimento nesta faixa etária de mais de 120% entre 2002 e 2003. Quanto aos outros três bairros com percentuais mais expressivos de idosos, os atendimentos variaram entre 11 e 15% da população idosa. O indicador alfabetização apresentou desempenho desfavorável nos três períodos (1980, 1991 e 2000) analisados por NEGRELLI (2004) para os bairros Barigüi (qualidade de vida RAZOÁVEL) e Chapada (qualidade de vida RAZOÁVEL). Para o indicador escolaridade do chefe de família, o bairro Barigüi, pelo número de atendimentos por DR's, se enquadra nos patamares daqueles bairros de qualidade de vida MUITO CRÍTICA.

Cabe destacar, quanto ao indicador rendimento médio mensal, que: os bairros São Miguel (qualidade de vida RAZOÁVEL) e Chapada (qualidade de vida RAZOÁVEL) apresentaram o segundo e o terceiro percentual de famílias com rendimentos até dois salários mínimos da área urbana, 44 e 43%, respectivamente.



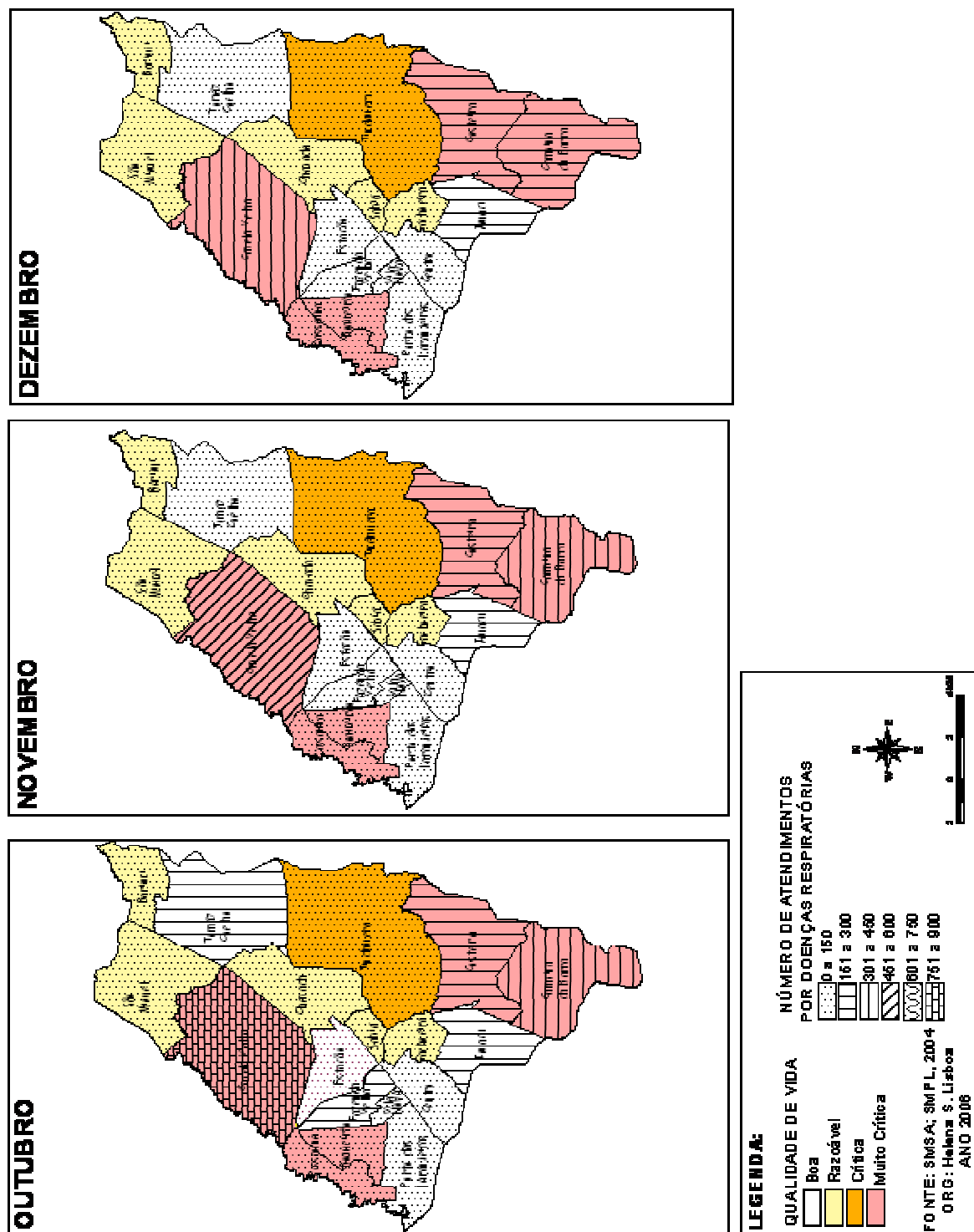
**PRANCHA 18 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE ABRIL A JUNHO EM ARAUCÁRIA-PR, 2003.**  
**FAIXA ETÁRIA: 0 a 6 anos**



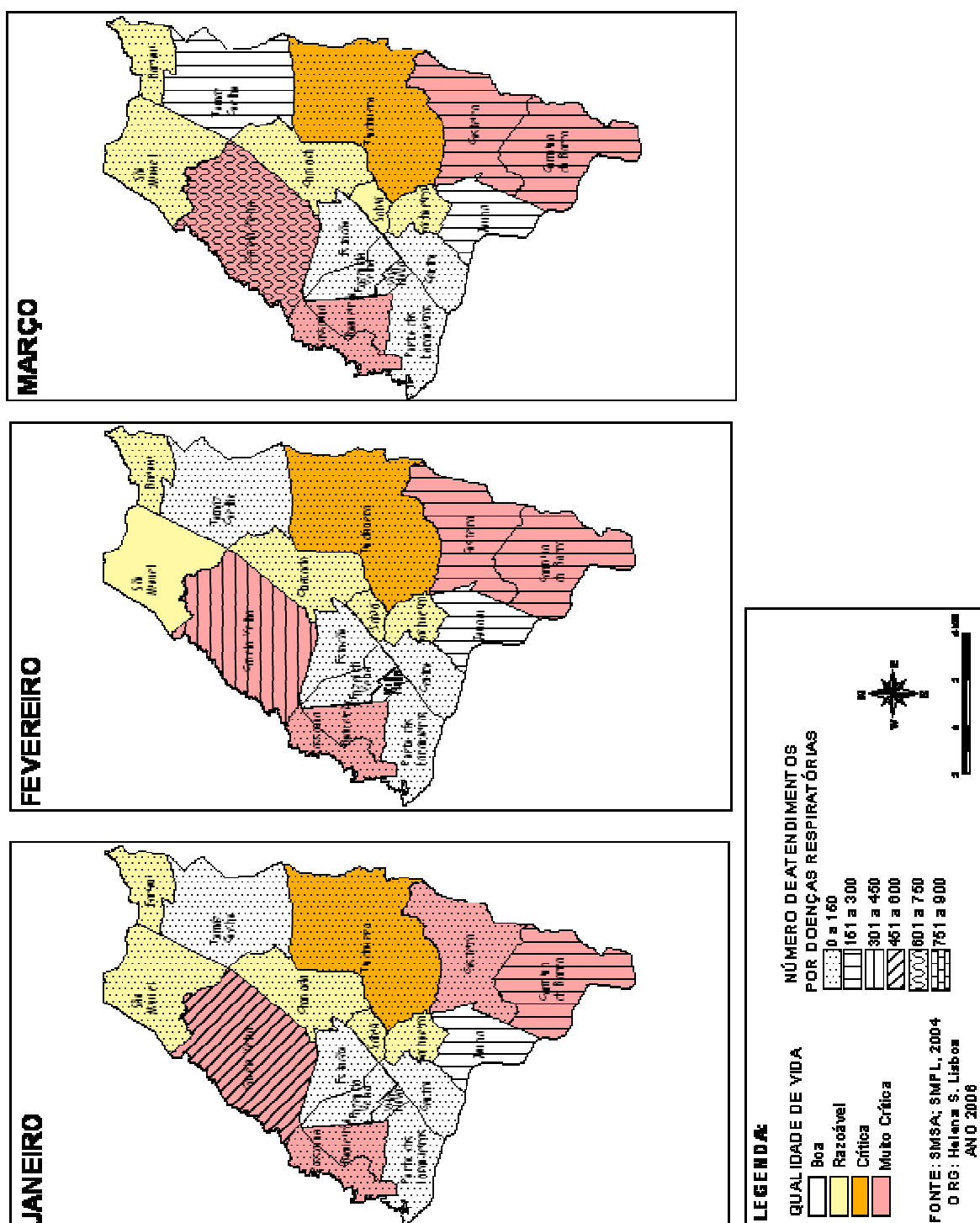




**PRANCHA 20 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BAIRRO DE OUTUBRO A DEZEMBRO EM ARAUCÁRIA/PR, 2003.**  
**FAIXA ETÁRIA: 0 a 5 anos**



**PRANCHA 21 - ESPACIALIZAÇÃO DE DOENÇAS RESPIRATÓRIAS POR BARRIO DE JANEIRO A MARÇO EM ARAUCÁRIAPR, 2003.**  
**FAIXA ETÁRIA: mais de 60 anos**









Em 2003, as maiores concentração de  $\text{SO}_2$  encontravam-se entre as direções NNE-ESE em relação à Estação de Monitoramento do Ar Assis (esta semelhante aos anos anteriores), e também na direção ao sul em relação a esta mesma Estação, portanto na direção dos bairros Costeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA) e Campina da Barra (qualidade de vida MUITO CRÍTICA), assim como entre as direções NE-ENE, em direção principalmente ao bairro Thomaz Coelho (qualidade de vida BOA). Quanto ao MP, as direções predominantes de concentração encontravam-se entre as direções NNE e NE, em relação à Estação Seminário na direção do bairro Thomaz Coelho e também na direção sul, para os bairros Cachoeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA), Iguaçu (qualidade de vida BOA) e Costeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA). Outras direções de concentração do poluente MP que predominaram foram NNO, para os bairros Chapada (qualidade de vida RAZOÁVEL) e Capela Velha (qualidade de vida MUITO CRÍTICA), e S, para os bairros Cachoeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA), Costeira (qualidade de vida MUITO CRÍTICA) e Iguaçu (qualidade de vida MUITO BOA).

Pode-se inferir que a exposição a poluentes atmosféricos também constitui fator de risco para os grupos mais suscetíveis (pela faixa etária ou qualidade de vida), principalmente quando os níveis de concentração de MP permaneceram elevados por vários dias. A sazonalidade se refletiu nas taxas de morbidade, pois houve nítido aumento no número de atendimentos por DR's no período de inverno devido à exposição às baixas temperaturas e amplitudes térmicas expressivas.

## 6 CONCLUSÃO

A grande indústria, instalada há quase três décadas em Araucária, gerou pressões sociais com o aumento da população nos bairros Capela Velha, Campina da Barra, Costeira, Boqueirão e Passaúna. Esses bairros apresentaram grande crescimento da população com indicadores de qualidade de vida abaixo da média da área urbana do município. Contudo, o crescimento urbano não foi acompanhado por políticas mitigadoras das desigualdades sociais, como a implantação de infraestrutura e de equipamentos urbanos, além da distribuição dos serviços, especialmente de saúde, devido aos problemas socioambientais decorrentes dos processos produtivos industriais.

Os efeitos da poluição atmosférica não afetaram o conjunto da população urbana de Araucária de maneira indiscriminada; foram mais imediatamente sentidos pelos grupos de moradores situados no entorno das indústrias altamente poluidoras do CIAR, pela sua proximidade cotidiana, inclusive nos bairros de qualidade de vida BOA e RAZOÁVEL. Foram também observados nos grupos cuja escassez de recursos dificulta a possibilidade de buscar soluções, vulneráveis em termos de sua capacidade de enfrentar os impactos da exposição aos poluentes e suas repercussões à saúde e ao bem-estar.

Os agravos à saúde em grupos sociais podem ser consequência da distribuição desigual, no espaço, de fontes de contaminação ambiental, da dispersão ou concentração de agentes de risco, da exposição da população a estes agentes e das características de suscetibilidade destes grupos. Grande parte destes determinantes à saúde são passíveis de localização no espaço. (BARCELLOS et al., 1998, p. 598)

As análises evidenciaram que os níveis de concentração dos poluentes, mesmo não ultrapassando os padrões primários previstos em legislação – associados à qualidade de vida – são fatores que desencadearam o número de atendimentos por DR's. No entanto, as variáveis meteorológicas tiveram papel de destaque no sentido de dispersar ou concentrar os poluentes, em particular a frequência da direção dos ventos, devido à localização do CIAR em relação aos bairros mais populosos, com maiores percentuais de idosos e elevada densidade demográfica.



As condições desfavoráveis à dispersão dos poluentes acarretaram aos meses correspondentes ao inverno maior número de atendimentos. No entanto, em determinados dias, a precipitação e a umidade relativa do ar atuaram como eficientes agentes de remoção dos poluentes atmosféricos. Cabe às temperaturas mínimas e amplitudes térmicas o incremento no número de atendimentos por DR's na população infantil e idosa residente na área urbana do município.

O ano de 2003 apresentou o maior número de atendimentos, assim como as maiores concentrações de MP e SO<sub>2</sub>. As variáveis meteorológicas elevaram os níveis de concentração dos poluentes devido a menor precipitação, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos da série temporal. Outra variável que teve papel relevante foi a frequência na direção dos ventos. Quando ocorreu a predominância das direções do quadrante Leste e Norte, houve o transporte dos poluentes do CIAR e do CIC para os bairros de qualidade de vida MUITO CRÍTICA e até para aqueles de qualidade de vida BOA, como é o caso do bairro Iguaçu, mesmo com a velocidade do vento baixa. Todos os bairros com qualidade de vida MUITO CRÍTICA apresentaram os maiores atendimentos por doenças respiratórias no período de estudo. Mas, quando se considera o percentual de idosos entre os residentes, observa-se maior número de atendimentos, independentemente da qualidade de vida do bairro, indicando com isso a suscetibilidade desta faixa etária aos níveis de concentração dos poluentes e às temperaturas extremas. Os meses que apresentaram índices de pluviosidade elevados, com dias seguidos de chuvas (dois e três dias com chuvas superiores a 1mm), revelaram-se importantes agentes na remoção dos poluentes atmosféricos, influenciando na redução do número de atendimentos, particularmente se estavam associados a temperaturas mínimas superiores a 10°C, na maior parte do mês, e velocidade do vento superior a 3,0 m/s.

A mudança da estrutura industrial provocou a redução no tamanho relativo das indústrias tradicionais e avanço dos segmentos metalúrgicos, químicos, plásticos, materiais de construção, papel e celulose, indústrias de minerais não-metálicos, que não se fez acompanhar de uma política efetiva de proteção ambiental. Esta indústria de bens intermediários provocou e provoca forte impacto sobre o meio ambiente, que varia conforme a natureza da estrutura industrial, demanda de recursos naturais, intensidade e concentração dos gêneros e ramos industriais e do padrão tecnológico do processo produtivo.

Os efeitos à qualidade de vida são especialmente percebidos quando suas atividades se desenvolvem próximas a regiões densamente urbanizadas. BARBOSA (1995, p. 195), com relação à poluição industrial e seus efeitos, reitera os objetivos desta pesquisa ao afirmar que,

em geral, nas regiões de grandes indústrias, o aumento da poluição do ar, associado às condições socioambientais, determina dois problemas básicos: aumento progressivo de sintomas de doenças respiratórias e aumento sensível da taxa de mortalidade, principalmente em crianças e idosos, decorrente dos quadros de doenças respiratórias agudas ou crônicas. (BARBOSA, 1995, p. 195)

As emissões e os níveis de concentração dos poluentes atmosféricos em Araucária assumem um caráter crítico por se apresentarem, em dias subseqüentes, muito próximos ao Padrão de Qualidade do Ar. Os valores de concentração do MP, freqüentemente, ficam muito próximos do limite do Índice de Qualidade do Ar ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) devido a concentrações que variam de 5 a  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Esse fato – a despeito da falha na obtenção dos dados, principalmente para o ano de 2003 – permite inferir que a população urbana convive cotidianamente com níveis de concentração de poluentes atmosféricos que comprometem a saúde e o bem-estar da população, especialmente, por seus efeitos cumulativos. Associando tais aspectos aos indicadores socioeconômicos, verificou-se um incremento nos atendimentos por DR's nos bairros de qualidade de vida MUITO CRÍTICA, ou seja, se as variáveis ambientais têm papel de destaque no surgimento de doenças respiratórias, as variáveis socioeconômicas incrementam o número de atendimentos, por representarem risco e indicarem maior suscetibilidade das populações expostas.

Dessa forma – considerando que os gêneros industriais instalados em Araucária trazem sérias implicações socioambientais urbanas – a pesquisa realizada permite a constatação de que o controle e monitoramento das emissões atmosféricas das indústrias pertencentes ao CIAR sejam a principal estratégia empregada pelo município, no sentido de se reduzirem os efeitos deletérios à saúde da população.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas cidades brasileiras observa-se um incremento nos problemas socioambientais que afetam a saúde humana, reduzem a qualidade de vida e provocam impactos ao ecossistema.

A indústria libera substâncias que, dependendo de sua concentração e grau de toxicidade, são causadoras de efeitos adversos à saúde, e seus efeitos podem ser cumulativos e disseminados. A poluição industrial atinge, muitas vezes, localidades de populações de baixa renda e, desta forma, desencadeia condições propícias ao incremento da poluição do ar e elevação do número de atendimentos por doenças respiratórias, assim como no aumento da demanda para os serviços de saúde. Os custos ambientais incorridos pela sociedade urbana industrial se fazem sentir de forma mais acentuada sobre os pobres, que têm menor capacidade de resposta para se defender dos malefícios da poluição.

O progresso e o desenvolvimento industrial criaram problemas epidemiológicos novos, resultantes da poluição ambiental. O ambiente físico que envolve o homem moderno condiciona o aparecimento de doenças cuja incidência tornou-se crescente a partir da urbanização e da industrialização. (ROUQUAYROL; ALMEIDA F°, 2003, p. 25)

Essa tendência de aumento de concentração de poluentes, principalmente na atmosfera urbana, justifica a importância do conhecimento dos níveis de poluição, assim como da atuação das variáveis meteorológicas, tanto no sentido de dispersar ou concentrar as substâncias nocivas à saúde, como pelo fato de o clima também desempenhar papel na incidência de certas doenças que atingem a população urbana. Os efeitos deletérios à saúde têm crescido ao longo das últimas décadas, pois, de acordo com ROUQUAYROL (2003),

As mortes por causas respiratórias aparecem em quinto lugar, com 11,18% do total de óbitos por causas bem definidas. Nas regiões Sul e Sudeste as proporções são maiores que a média nacional (RIPSA, 2001), e, em alguns pólos industriais, esta pode ser uma das mais importantes causas de morte. Vale ressaltar que as doenças do aparelho respiratório corresponderam a 16,22% da porcentagem de internações hospitalares para o ano de 2000, ocupando o 2° lugar entre as doenças mais prevalentes (RIPSA, 2001). Segundo a OMS (1998), as doenças respiratórias agudas e crônicas possuem uma associação a exposições ambientais da ordem de 50% a 60%. (ROUQUAYROL; ALMEIDA F°, 2003, p. 55)

A morbidade hospitalar por doenças respiratórias é a primeira causa para os grandes centros urbanos da região Sul, decorrentes da exposição crescente à poluição atmosférica emitida pelas indústrias e pelos veículos automotores. (BRAGA; PEREIRA; SALDIVA, 2002; ROUQUAYROL; ALMEIDA F°, 2003;)

Por sua vez, a concentração crescente da população nos grandes centros urbanos a partir da década de 70 e, em especial, nas regiões metropolitanas, acarretou dificuldades em implantar infra-estrutura e equipamentos urbanos adequados que atendessem as demandas sociais por educação, serviços de saúde, transporte, habitação, trabalho e lazer. Portanto, a escassez de recursos para políticas sociais contribuiu significativamente para a degradação do ambiente urbano.

Os processos socioespaciais ocorrem em um contexto que necessita ser compreendido, para identificação dos processos desencadeadores de riscos ambientais, de riscos à saúde e ao bem-estar. A análise da interação das variáveis ambientais, socioeconômicas e epidemiológicas pode contribuir para a elaboração de legislações ambientais coerentes com o processo de urbanização e industrialização de países de desenvolvimento complexo, como o Brasil.

## REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

ANFAVEA. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira – 2005**. Disponível em: <[www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br)> Acesso em: 13 ago. 2005.

ARAUCÁRIA. **Memórias do trabalho**. Prefeitura Municipal/Museu Tingüi-Cuera, 1990.

\_\_\_\_\_. **Da madeira ao aço: a industrialização de Araucária**. Prefeitura Municipal/Companhia de Desenvolvimento de Araucária/Museu Tingüi-Cuera, 1999.

\_\_\_\_\_. **Perfil Municipal de Araucária**. Secretaria Municipal de Planejamento, 2003.

\_\_\_\_\_. **Dados socioeconômicos, estimativas populacionais**. Disponível em: <[www.araucaria.pr.gov.br](http://www.araucaria.pr.gov.br)> Acesso em 21 out. 2005.

ARAÚJO, Lílían Alves de. Danos ambientais na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 347-402.

AUGUSTO, Lia Giraldo da Silva; CÂMARA, Volney de Magalhães; CARNEIRO, Fernando Ferreira; CÂNCIO, Jacira; GOUVEIA, Nelson. Saúde e Ambiente: uma reflexão da Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva – ABRASCO. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 2, p. 87-94, jun. 2003.

AZEVEDO, Tarik Rezende de. O fluxo de calor gerado pelas atividades humanas. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo – teoria e prática**. São Paulo: USP, 2001. p. 71-93. (GEOUSP – Coleção Novos Caminhos, 4)

BAKONYI, Sonia Maria Cipriano. **Poluição do ar e doenças respiratórias em Curitiba/PR**. Curitiba, 2003. 198 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

BAKONYI, Sonia Maria Cipriano; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco; MARTINS, Lourdes Conceição; BRAGA, Alfésio Luís Ferreira. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 5, p. 695-700, 2004.

BARBOSA, Sônia Regina da Cal Seixas. Ambiente, qualidade de vida e cidadania. Algumas reflexões sobre regiões urbano-industriais. In: HOGAN, Daniel Joseph; VIEIRA, Paulo Freire (Orgs.) **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 1995. p. 193-210 (Coleção Momento)

BARCELLOS, Christovam; COUTINHO, Kátia; PINA, Maria de Fátima; MAGALHÃES, Mônica M. A. F.; PAOLA, Júlio C. M. D; SANTOS, Simone M. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistema de Informações Geográficas. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 597-605, jul./set. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v14n3/0096.pdf>> Acesso em 02 dez. 2005.

BERNARDES, Júlia Adão; FERREIRA, Francisco Pontes de Miranda. Sociedade e natureza. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Orgs.) **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 17-42.

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1977.

BRAGA, Alfesio; PEREIRA, Luiz Alberto Amador; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento. Poluição atmosférica e seus efeitos na saúde humana. In: SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO E USO DE ENERGIA NO BRASIL: OS PRÓXIMOS VINTE ANOS (Conferência), 2002, Campinas. **Papers**. Disponível em: <[http://www.cgu.rei.unicamp.br/energia2020/papers/paper\\_Saldiva.pdf](http://www.cgu.rei.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Saldiva.pdf)> ou <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=1039>> Acesso em: 14 nov. 2005.

BRANCO, Samuel Murgel; MURGEL, Eduardo. **Poluição do ar**. São Paulo: Moderna, 2004.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo. Clima Urbano e enchentes na cidade do Rio de Janeiro. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 47-110.

BRUNA, Gilda Collet; PIRRÓ, Lúcia F. de Souza. Poluição Atmosférica. In: ROMÉRO, Marcelo de Andrade; PHILIPPI JR., Arlindo; BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Panorama ambiental da metrópole de São Paulo**. São Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Saúde Pública/Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/Núcleo de Informação em Saúde Ambiental: Signus Editora, 2004. p. 383-398.

CÂMARA, Volney de Magalhães. Editorial Especial. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 2, p. 84-86, jun. 2003. Disponível em <[www.scielo.br/pdf/rbepid/v6n2/04.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v6n2/04.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2005.

CÂMARA, Volney de Magalhães; TAMBELLINI, Anamaria Testa. Considerações sobre o uso da epidemiologia nos estudos em saúde ambiental. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 2, p. 95-104, jun. 2003. Disponível em <[www.scielo.br/pdf/rbepid/v6n2/04.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbepid/v6n2/04.pdf)> Acesso em: 11 nov. 2005.

CARVALHO Jr., João Andrade de; LACAVA, Pedro Teixeira. **Emissões em processos de combustão**. São Paulo: Editora UNESP, 2003.

CASTRO, Hermano Albuquerque de.; GOUVEIA, Nelson; ESCAMILLA-CEJUDO, José A. Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 6, n. 2, p. 135-149, jun. 2003.

CAVALCANTI, Clóvis. Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. **Ambiente & Sociedade**, v. VII, n. 1, p. 150-158, jan./jun. 2004.

CAVALHEIRO, Felisberto. Urbanização e alterações ambientais. In: TAUKE, Sônia Maria (Org.). **Análise ambiental: uma visão multidisciplinar**. São Paulo: UNESP, 1991. p. 88-99.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1994**. São Paulo: 1995.

\_\_\_\_\_. **Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 1995**. São Paulo: 1996.

\_\_\_\_\_. **Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2001**. São Paulo: 2002. Disponível em <[http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_relatorios.asp](http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_relatorios.asp)> Acesso em: 04 ago. 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2002**. São Paulo: 2003. Disponível em <[http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_relatorios.asp](http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_relatorios.asp)> Acesso em: 04 ago. 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2003**. São Paulo: 2004. Disponível em <[http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_relatorios.asp](http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_relatorios.asp)> Acesso em: 04 ago. 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, 2004**. São Paulo: 2005. Disponível em <[http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar\\_relatorios.asp](http://cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_relatorios.asp)> Acesso em: 12 abr. 2005.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

COELHO, Maria Célia Nunes. Impactos ambientais em áreas urbanas – teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 19-46.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1991.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 03 de 28 de junho de 1990. Estabelece padrões de qualidade do ar e amplia o número de poluentes atmosféricos passíveis de monitoramento e controle. **Diário Oficial da União**, Brasília, 22 ago. 1990. Seção I, p. 15.937-15.939.

CONCEIÇÃO, Gleice Margarete de Souza; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento; SINGER, Julio da Motta. Modelos MLG e MAG para análise da associação entre poluição atmosférica e marcadores de morbi-mortalidade: uma introdução baseada em dados da cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 4, n. 3, p. 206-219, nov. 2001.

CUNHA, José Marcos Pinto da; JAKOB, Alberto A. E.; HOGAN, Daniel Joseph; CARMO, Roberto Luiz do. A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 14, 2004, Caxambu, MG. **Anais**. v. 1, p. 1 - 19. Disponível em: <[www.abep.nepo.unicamp.br/site\\_eventos\\_abep/PDF/ABEP2004\\_49.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/site_eventos_abep/PDF/ABEP2004_49.pdf)> Acesso em 24 out. 2005

CUNHA, Luís Henrique; COELHO, Maria Célia Nunes. Política e gestão ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Orgs.) **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 43-80.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira **Avaliação e perícia ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

DANNI-OLIVEIRA Inês Moresco. A distribuição e a variabilidade das chuvas em Curitiba/PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7.; FÓRUM LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 1., 1997, Curitiba. **Anais**. Curitiba: UFPR, 1997. 1 CD-ROM (Eixo 5)



\_\_\_\_\_. **A cidade de Curitiba/PR e a poluição do ar – Implicações de seus atributos urbanos e geoecológicos na dispersão de poluentes em períodos de inverno.** São Paulo, 1999. 333 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. Aspectos climáticos de Curitiba – PR – uma contribuição para o ensino médio. **Ra'ega – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, Editora UFPR, v. 3, n. 3, p. 229–253, 1999b.

\_\_\_\_\_. Considerações sobre a poluição do ar em Curitiba-PR face a seus aspectos de urbanização. **Ra'ega – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, Editora UFPR, v. 4, n. 4, p. 101–110, 2000.

\_\_\_\_\_. A cidade de Curitiba e a poluição do ar – implicações de seus atributos urbanos e geoecológicos na dispersão de poluentes em período de inverno. In: MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco. **Clima urbano.** São Paulo: Contexto, 2003. p. 155-174.

DAUMAS, Regina Paiva; MENDONÇA, Gulnar Azevedo e Silva; LEÓN, Antonio Ponce de. Poluição do ar e mortalidade em idosos no Município do Rio de Janeiro: uma análise de série temporal. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 311-319, jan./fev. 2004.

DATASUS – MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Indicadores epidemiológicos, morbidade e mortalidade**, 2005. Disponível: <<http://w3.datasus.gov.br>> Acesso em: 11 nov. 2005.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental.** São Paulo: Signus Editora, 2000.

DETRAN-PR – DEPARTAMENTO DE TRÂNSITO DO PARANÁ. **Frota de veículos cadastrados no estado do Paraná, 2002 a 2004.** Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/detran/estatisticas/frota2002.html>> Acesso em: 11 nov. 2005.  
DREW, David. **Processos interativos homem – meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

DUCHIADE, Milena Piraccini. Poluição do ar e doenças respiratórias: uma revisão. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol. 8, n. 3, p. 311-330, jul./set. 1992.

DUCHIADE, Milena Piraccini; BELTRÃO, Kaizô Iwakami. Mortalidade infantil por causas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, 1976 – 1986: associação com variáveis socioeconômicas, climáticas e ligadas à poluição do ar. **Revista Brasileira**

de **Estudos Populacionais**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 115 – 137, 1992. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev\\_inf/vol9\\_n2\\_1992/vol9\\_n2\\_1992\\_2artigo\\_115\\_137.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev_inf/vol9_n2_1992/vol9_n2_1992_2artigo_115_137.pdf)> Acesso em: 24 out. 2005.

FAÇANHA, Mônica Cardoso; PINHEIRO, Alicemaria Ciarlini. Doenças respiratórias agudas em serviços de saúde entre 1996 e 2001, Fortaleza, CE. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 346-350, 2004.

FERREIRA, Leila da Costa. **A questão ambiental – sustentabilidade e políticas públicas no Brasil**. 1ª reimp. São Paulo: Editorial Boitempo, 2003.

FIRKOWSKI, Olga Lucia Castreghini Freitas. Industrialização e ação do Estado – considerações sobre a região metropolitana de Curitiba (PR). **Ra'ega – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, Editora UFPR, v. 1, n. 1, p. 119–131, 1997.

\_\_\_\_\_. Industrialização, questão ambiental e Mercosul – Breve análise da inserção do Paraná. **Ra'ega – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, Editora UFPR, v. 2, n. 2, p. 85–106, 1998.

\_\_\_\_\_. A nova lógica de localização industrial no aglomerado metropolitano de Curitiba. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, IPARDES, n. 103, p. 79-100, jul./dez. 2002.

\_\_\_\_\_. O leste do aglomerado metropolitano de Curitiba: da intenção de preservação à efetiva ocupação. In: MENDONÇA, Francisco (Org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Editora UFPR, p. 271-286, 2004.

FIRKOWSKI, Olga Lúcia Castreghini Freitas; MOURA, Rosa. Regiões metropolitanas e metrópoles – reflexões acerca das espacialidades e institucionalidades no sul do Brasil. **Ra'ega – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, Editora UFPR, v. 5, n. 5, p. 27–466, 2001.

FOLADORI, Guillermo. Los problemas ambientales urbanos y sus causas. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, Curitiba, IPARDES, n. 100, p. 71-80, jan./jun. 2001a.

\_\_\_\_\_. **Limites do desenvolvimento sustentável**. Campinas: Ed. UNICAMP, 2001b.

FRANCO, Tânia. Trabalho industrial e meio ambiente: a experiência do complexo industrial de Camaçari. In: MARTINE, G. (Org.). **População, meio ambiente e desenvolvimento – verdades e contradições**. Campinas: Ed. UNICAMP, 1996. p. 69-100.

FREITAS, Clarice; BREMNER, Stephen A.; GOUVEIA, Nelson; PEREIRA, Luiz A. A.; SALDIVA, Paulo H. N. Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 38, n. 6, p. 751-757, 2004.

FREY, Klaus. A dimensão político-democrática nas teorias de desenvolvimento sustentável e suas implicações para a gestão local. **Ambiente & Sociedade**, n. 9, p. 1-34, jul./dez. 2001.

GOLDEMBERG, José. **Energia, meio ambiente e desenvolvimento**. São Paulo: EDUSP, 1998.

GOMES, Maria João Marques. Ambiente e pulmão. **Jornal de Pneumologia**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 5, p. 261-269, set./out. 2002.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **Os (des) caminhos do meio ambiente**. 5. ed. São Paulo: Contexto, 1996.

GUIMARÃES, Mauro. Sustentabilidade e educação ambiental. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Orgs.) **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 81-106.

GUTJAHR, Miriam Ramos. **A poluição do ar em Paulínia (SP): uma análise histórico-geográfica do clima**. São Paulo, 2002. 258 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

HOGAN, Daniel Joseph. Condições de vida e morte em Cubatão. In: ENCONTRO DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS (ABEP), 6, 1988, Olinda, PE. **Anais**. v. 2, p. 343-364. Disponível em: <[www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1988/T88V02A10.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1988/T88V02A10.pdf)> Acesso em 05 set. 2005.

\_\_\_\_\_. Quem paga o preço da poluição? Uma análise de residentes e migrantes pendulares em Cubatão. In: ENCONTRO DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS (ABEP), 7, 1990, Caxambu, MG. **Anais**. v. 3, p. 177-196. Disponível em: <[www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1990/T90V03A07.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1990/T90V03A07.pdf)> Acesso em 05 set. 2005.

\_\_\_\_\_. Crescimento demográfico e meio ambiente. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, Campinas – SP, v. 8, n. 1-2, p.61-71, 1991. Disponível em: <[www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev\\_inf/vol8\\_n1\\_2\\_1991/vol8\\_n1e2\\_1991\\_5artigo\\_61\\_71.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/rev_inf/vol8_n1_2_1991/vol8_n1e2_1991_5artigo_61_71.pdf)> Acesso em 29 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. Migração, ambiente e saúde nas cidades brasileiras. In: HOGAN, Daniel Joseph; VIEIRA, Paulo Freire (Orgs.) **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Campinas, SP: Editora UNICAMP, 1995. p. 149-170. (Coleção Momento)

\_\_\_\_\_. População, pobreza e poluição em Cubatão, São Paulo. In: MARTINE, George (Org.). **População, meio ambiente e desenvolvimento – verdades e contradições**. Campinas, São Paulo: Ed. UNICAMP, 1996. p. 101-132.

HOGAN, Daniel Joseph; CUNHA, José Marcos Pinto da; CARMO, Roberto Luiz do; OLIVEIRA, Antonio Augusto Bitencourt de. Urbanização e vulnerabilidade socioambientais diferenciadas: o caso de Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 12, 2000, Caxambu, MG. **Anais**. v. 1, p. 1-25. Disponível em: <[www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/ambt15\\_2.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/ambt15_2.pdf)> Acesso em 24 out. 2005.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Relatório Qualidade do Ar na Região Metropolitana de Curitiba – 2000**. Curitiba, 2001, versão 1. Disponível em: <[www.pr.gov.br/iap](http://www.pr.gov.br/iap)> Acesso em 22 jun. 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba – 2001**. Curitiba, 2002. Disponível em: <[www.pr.gov.br/iap](http://www.pr.gov.br/iap)> Acesso em 16 jul. 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba – 2002**. Curitiba, 2003. Disponível em: <[www.pr.gov.br/iap](http://www.pr.gov.br/iap)> Acesso em 16 jul. 2004.

\_\_\_\_\_. **Relatório qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba – 2003**. Curitiba, 2005. Disponível em: <[www.pr.gov.br/iap](http://www.pr.gov.br/iap)> Acesso em 05 ago. 2005.

\_\_\_\_\_. **Relatório qualidade do ar na Região Metropolitana de Curitiba – 2004**. Curitiba, 2005. Disponível em: <[www.pr.gov.br/iap](http://www.pr.gov.br/iap)> Acesso em 05 ago. 2005.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censos Demográficos**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> Acesso em 05 mar. 2005

IPARDES – INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Perfil Municipal de Araucária**. Curitiba: IPARDES, 2002. disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/perfil\\_municipal.htm](http://www.ipardes.gov.br/perfil_municipal.htm)> Acesso em: 22 out. 2005.

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: mesorregiões geográficas paranaenses – sumário executivo.** Curitiba: IPARDES, 2004a. 32p.

\_\_\_\_\_. **Leituras regionais: mesorregiões geográficas paranaenses – messorregião metropolitana de Curitiba.** Curitiba: IPARDES, 2004b. 215p

JACOBI, Pedro. Impactos socioambientais urbanos – do risco à busca de sustentabilidade. In: MENDONÇA, Francisco (Org.). **Impactos socioambientais urbanos.** Curitiba: Editora UFPR, 2004. p. 169-184.

JORNAL CIDADE. **Emissão de Gases: há mais de duas décadas sufocando com o progresso.** Araucária, 10 jul. 2005. Caderno do Meio Ambiente, Suplemento Especial, p. 3.

\_\_\_\_\_. **Ar de Araucária prejudica a população.** Araucária, 21 out. 2005. Geral, p. 6.

LACTEC - INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO. **Introducción al monitoreo atmosférico: Efectos de la contaminación del aire em la salud** (Curso de Monitoramento, Poluição Atmosférica e Qualidade do ar). Curitiba, LACTEC, 2004. p. 198-211. (Cap. 7)

LACTEC - INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO. **Contaminantes del aire y sus efectos** (Curso de Monitoramento, Poluição Atmosférica e Qualidade do ar). Curitiba, LACTEC, 2004. p. 15-57. (Cap. 2)

LAGO, A.; PÁDUA, J. A. **O que é ecologia.** São Paulo: Brasiliense, 1984.

LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; CARDOSO, Maria Regina Alves. Análise de séries temporais em epidemiologia: uma introdução sobre os aspectos metodológicos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, vol. 4, n. 3, p. 145-152, nov. 2001.

LIMA, Luis Batista de; GUIMARÃES, Ivana Maria Rozo; ZANETIC, Cristina Tado. Indústria de papel e celulose e meio ambiente. In: ROMÉRO, Marcelo de Andrade; PHILIPPI JR., Arlindo; BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Panorama ambiental da metrópole de São Paulo.** São Paulo: Signus Editora, 2004. p. 351-382.

LIMA, Myriam Del Vecchio de; RONCAGLIO, Cynthia. Degradação socioambiental urbana, políticas públicas e cidadania. **Desenvolvimento e meio ambiente: cidade e ambiente urbano**, Curitiba, Ed. UFPR, n. 3, p. 53-64, jan./jun. 2001.

LÓPEZ, Carlota Camachos. O vento. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo – teoria e prática**. São Paulo: USP, 2001. p. 112-126. (GEOUSP – Coleção Novos Caminhos, 4)

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3. ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MACEDO, Laura Valente de. Problemas ambientais urbanos causados pelo trânsito na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 305-346.

MAIMON, Dália. Responsabilidade ambiental das empresas brasileiras: realidade ou discurso? In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez; Recife, PE: Fundação Joaquim Nabuco, 1995. p. 399-416.

MARTINELLI, Patrícia. **Qualidade ambiental urbana em cidades médias: proposta de modelo de avaliação para o estado de São Paulo**. Rio Claro-SP, 2004. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Campus Rio Claro, Universidade Estadual Paulista.

MARTINS, Lourdes Conceição; LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; CARDOSO, Maria Regina Alves; GONÇALVES, Fábio Luiz Teixeira; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento; BRAGA, Alfésio Luís Ferreira. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 36, n. 1, p. 88-94, 2002.

MARTINS, Lourdes Conceição; LATORRE, Maria do Rosário Dias de Oliveira; SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento; BRAGA, Alfésio Luis Ferreira. Relação entre poluição atmosférica e atendimentos por infecção de vias aéreas superiores no município de São Paulo: avaliação do rodízio de veículos. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, vol. 4, n. 3, p. 220-229, nov. 2001.

MENDONÇA, Francisco. **Geografia e meio ambiente**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1994.

\_\_\_\_\_. Aspectos da interação clima-ambiente-saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **Ra'ega – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, Editora UFPR, v. 4, n. 4, p. 85-99, 2000.

\_\_\_\_\_. Abordagem interdisciplinar da problemática ambiental urbana-metropolitana: esboço metodológico da experiência do doutorado MA&D da UFPR sobre a RMC – Região Metropolitana de Curitiba. **Desenvolvimento e meio ambiente: cidade e ambiente urbano**, Curitiba, Ed. UFPR, n. 3, p. 79-98, jan./jun. 2001.

\_\_\_\_\_. **Clima e criminalidade: ensaio analítico da correlação entre a temperatura do ar e a incidência da criminalidade urbana**. Curitiba: Ed. UFPR, 2001b.

\_\_\_\_\_. Geografia Socioambiental. In: MENDONÇA, Francisco; KOZEL, Salete (Orgs.). **Elementos de Epistemologia da Geografia Contemporânea**. Curitiba: Ed. UFPR, 2002. p. 121-144.

\_\_\_\_\_. S. A. U. – Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, Francisco (Org.). **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004. p. 185-

MINAYO, Maria Cecília de Souza; HARTZ, Zulmira Maria de Araújo; BUSS, Paulo Marchiori. Qualidade de vida e saúde: um debate necessário. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 7-18, 2000. Disponível em: <[www.scielo.br/pdf/csc/v5n1/7075.pdf](http://www.scielo.br/pdf/csc/v5n1/7075.pdf)> Acesso em 15 dez. 2005

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **VIGIAR - Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à Contaminação do Ar**. Brasília, DF: 2005. Disponível em: <[www.ms.gov.br](http://www.ms.gov.br)> Acesso em 19 set. 2005.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco (Orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.

MORENO, Rosane de Andrade Memória. **Estimativa de potencial poluidor das indústrias: o caso do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado de Engenharia, Ciências em Planejamento Energético) – Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

MOTTA, Ronaldo Serôa da.; MENDES, Ana Paula Fernandes. **Custos de saúde associados à poluição do ar no Brasil**. Brasília, DF: IPEA, 1994 (Texto para discussão n. 332). Disponível em: <[www.ipea.gov.br/pub/td/1994/td\\_0332.pdf](http://www.ipea.gov.br/pub/td/1994/td_0332.pdf)> Acesso em: 05 set. 2005.

NEGRELLI, Marcia Joana. **O papel do Estado e das indústrias na produção do espaço e da qualidade de vida no município de Araucária/PR**. Curitiba, 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

NUCCI, João Carlos; WESTPHALEN, Laiane Ady; BUCCHERI F°, Alexandre T.; NEVES, Diogo Labiak; OLIVEIRA, Felipe A. H. D.; KROKER, Rudolf. Cobertura vegetal no bairro Centro de Curitiba/PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10, 2003, Rio de Janeiro, RJ. **Anais Eletrônico**. Disponível em: <<http://www.igeo.uerj.br/XSBGFA-2003/estrutura/eixo3/3.2/053/053.htm>> Acesso em: 26 jun. 2005.

PALMA, Alexandre; MATTOS, Ubirajara A. de O. Contribuições da ciência pós-normal à saúde pública e a questão da vulnerabilidade social. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. 8, n. 3, p. 567-590, set./dez. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v8n3/7645.pdf>> Acesso em 15 dez. 2005.

PEITER, Paulo; TOBAR, Carlos. Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 473-485, jul./set., 1998.

PENHALBER, Elizabeth de Faria; KOHLER, Maria Cláudia Mibielli; CORTES, Maria Teresa Miraglia; CABRAL, Viviane Benini. Aspectos urbanísticos de espaços públicos e áreas verdes. In: ROMÉRO, Marcelo de Andrade; PHILIPPI JR., Arlindo; BRUNA, Gilda Collet (Editores). **Panorama ambiental da metrópole de São Paulo**. São Paulo: Signus Editora, 2004. p. 305-350.

PENNA, Carlos Gabaglia. **O estado do planeta – sociedade de consumo e degradação ambiental**. Rio de Janeiro: Record, 1999.

PEREIRA, Gislene. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. **Desenvolvimento e meio ambiente: cidade e ambiente urbano**, Curitiba, Ed. UFPR, n.3, p. 33-52, jan./jun. 2001.

PETROBRÁS. **Destaques operacionais e corporativos, 2002**. Disponível em: <<http://www2.petrobras.com.br/ri/portugues/destaques/abascimento.htm>> Acesso em: 23 nov. 2005.

\_\_\_\_\_. **Audiência Pública – EIA/RIMA: modernização da REPAR**. Araucária, 26 ago. 2005. Salão Paroquial da Igreja Matriz, Araucária - PR



POLTRONIÉRI, Lígia Celoria. Riscos ambientais e custos sociais do uso de praguicidas na agricultura: uma revisão. **Ra'ega – o espaço geográfico em análise**, Curitiba, Editora UFPR, v. 2, n. 2, p. 167-212, 1998.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza; FREITAS, Carlos Machado de. Indústria química brasileira, acidentes químicos ampliados e vulnerabilidade social. In: ENCONTRO DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 10, 1996, Caxambu, MG. **Anais**. v. 2, p. 1099-1126. Disponível em: <[www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1996/T96V02A21.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/1996/T96V02A21.pdf)> Acesso em 05 nov. 2005.

\_\_\_\_\_. Indústria química brasileira, acidentes químicos ampliados e vulnerabilidade social. In: TORRES, Haroldo da Gama; COSTA, Heloisa Soares de Moura (Orgs.). **População e meio ambiente: debates e desafios**. São Paulo: Editora SENAC, 2000. p. 301-326.

RIBEIRO, Helena. Poluição do ar e doenças respiratórias. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo – teoria e prática**. São Paulo: USP, 2001. p. 136-144. (GEOUSP – Coleção Novos Caminhos, 4)

RIBEIRO, Helena; VARGAS, Heliana Comin. Qualidade ambiental urbana: ensaio de uma definição. In: \_\_\_\_\_ (Orgs.) **Novos instrumentos de gestão ambiental urbana**. São Paulo: Edusp, 1. ed. 1. reimp. 2004.

ROCHA, Ronaldo Gazal. **Estudo de ecologia política: contribuições para a análise de programas nacionais de educação ambiental**. Curitiba, 2002. 180 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná.

ROUQUAYROL, Maria Zélia; ALMEIDA FILHO, Naomar de. **Epidemiologia e saúde**. 6. ed. Rio de Janeiro: MEDSI, 2003.

SABROZA, Paulo C.; LEAL, Maria do Carmo; BUSS, Paulo M. A ética do desenvolvimento e a proteção às condições de saúde. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 88-95, jan./mar. 1992. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v8n1a12.pdf>> Acesso em: 02 dez. 2005.

SALDIVA, Paulo Hilário Nascimento. Emissões veiculares e impactos na saúde em áreas urbanas no Brasil: tendências. In: CONFERÊNCIA SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO E USO DE ENERGIA NO BRASIL: OS PRÓXIMOS VINTE ANOS, 2002, Campinas. **Caderno de resumos**. Disponível em: <<http://www.cgu.rei.unicamp.br/energia2020/caderno.pdf>> Acesso em: 14 nov. 2005.

SAMPAIO SILVA, Renata. O monitoramento da qualidade do ar. In: TARIFA, José Roberto; AZEVEDO, Tarik Rezende de. **Os climas na cidade de São Paulo – teoria e prática**. São Paulo: USP, 2001. p. 145-154. (GEOUSP – Coleção Novos Caminhos, 4)

SANTIAGO, Bárbara da Silva; REZENDE, Raquel Fernandes; CARMO, Flávio Áglio do; ROCHA, Balthazar Martinelli da; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. A importância das áreas verdes na cidade de Juiz de Fora-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10, 2003, Rio de Janeiro. **Anais Eletrônico**. Disponível em: <<http://www.igeo.uerj.br/XSBGFA-2003/estrutura/eixo3/3.4/283.htm>> Acesso em: 27 jun. 2005.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SANTOS, Thereza Christina Carvalho; CÂMARA, João Batista Drummond (Orgs.). O estado da atmosfera. In: \_\_\_\_\_. **GEO Brasil 2002 – perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: Edições IBAMA, 2002. p. 109-117. Disponível em: <<http://www.wwiuma.org.br>> Acesso em: 13 jul. 2005.

\_\_\_\_\_. O estado das áreas urbanas e industriais. In: \_\_\_\_\_. **GEO Brasil 2002 – perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: Edições IBAMA, 2002. p. 170-199. Disponível em: <<http://www.wwiuma.org.br>> Acesso em: 13 jul. 2005.

\_\_\_\_\_. O estado da saúde e do meio ambiente. In: \_\_\_\_\_. **GEO Brasil 2002 – perspectivas do meio ambiente no Brasil**. Brasília: Edições IBAMA, 2002. p. 200-218. Disponível em: <<http://www.wwiuma.org.br>> Acesso em: 13 jul. 2005.

SEABRA, Lília. Turismo sustentável: planejamento e gestão. In: CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antonio José Teixeira (Orgs.) **A questão ambiental: diferentes abordagens**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 153–189.

SECRETARIA DO ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ - SEMA. Resolução n. 41 de 09 de dezembro de 2002.

SERPA, Ricardo Rodrigues. Gerenciamento de riscos ambientais. **Desenvolvimento e meio ambiente: riscos coletivos – ambiente e saúde**, Curitiba, Ed. UFPR, n.5, p. 101-110, jan./jun. 2002.

SILVA, Luiz Carlos Corrêa da; MENEZES, Ana Maria Baptista (Edts.). **Epidemiologia das doenças respiratórias**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

SOBRAL, Helena Ribeiro. **Poluição do ar e doenças respiratórias em crianças da Grande São Paulo: um estudo de Geografia Médica**. São Paulo, 1988. 170 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SOUZA, Marcelo L. **O desafio metropolitano – um estudo sobre a problemática sócio-espacial nas metrópoles brasileiras**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

TOLEDO, Cristiane Campos; TORRES, Filipe T. Pereira; MARTINS, Luiz Alberto. Análise do comportamento médio da concentração de material particulado inalável em função do vento na cidade de Juiz de Fora – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 10, 2003, Rio de Janeiro. **Anais eletrônicos**. Disponível em: <<http://www.lead.uerj.br/xsbgfa/estrutura/eixo2/3.4/088/088.htm>> Acesso em: 14 dez. 2004.

TOMMASI, Luiz Roberto. **A degradação do meio ambiente**. São Paulo: Nobel, 1979.

TORRES, Haroldo da Gama. O nordeste urbano: grave crise ambiental. In: HOGAN, Daniel Joseph, VIEIRA, Paulo Freire (Orgs.) **Dilemas socioambientais e desenvolvimento sustentável**. 2. ed. Campinas, SP: Ed. UNICAMP, 1995. p. 171-192.

\_\_\_\_\_. Indústrias sujas e intensivas em recursos naturais: importância crescente no cenário industrial brasileiro. In: MARTINE, George (Org.). **População, meio ambiente e desenvolvimento – verdades e contradições**. 2. ed. Campinas, São Paulo: Ed. UNICAMP, 1996. p. 43-68.

VERNIER, Jacques. **O meio ambiente**. Campinas, SP: Papirus, 1994.

VIEIRA, Paulo Freire. Meio ambiente, desenvolvimento e planejamento. In: VIOLA, Eduardo J. et al. **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafios para as Ciências Sociais**. São Paulo: Cortez/Ed. UFSC, 1998. p.45-98.

ZEM, José Moacir. **Interações entre a temperatura do ar e a incidência de doenças respiratórias na população infantil da cidade de São José dos Pinhais/PR**. Curitiba, 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

## ANEXO 1

## MATRIZ 1

POTENCIAL DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL POR GÊNERO DA INDÚSTRIA. BRASIL, 1980

Gêneros industriais	Poluição do ar	Poluição da água	Demanda recursos naturais	Total
Minerais não-metálicos	3	3	3	9
Metalúrgica	3	3	3	9
Química	3	3	2	8
Papel e Celulose	1	3	3	7
Material de transporte	2	3	1	6
Madeira	2	1	3	6
Alimentos	1	2	3	6
Bebidas	2	3	1	6
Têxtil	2	2	1	5
Material elétrico e com.	1	2	1	4
Borracha	1	1	2	4
Couros e Peles	1	2	1	4
Perfumaria		3	1	4
Plásticos	1	1	1	3
Fumo	1		2	3
Editorial	1	1	1	3
Farmaco	1	1		2
Mecânica			1	1
Mobiliário		1	1	
Vestuário		1		1

FONTE: TORRES, 1996, p. 49

NOTA: Consideramos apenas os recursos naturais diretamente consumidos pelo gênero de indústria, isto é, não consideramos relações indiretas na cadeia produtiva. Além disso, atribuímos pesos maiores ao consumo de recursos naturais não-renováveis.

## ANEXO 2

### DOENÇAS RESPIRATÓRIAS IDENTIFICADAS NOS CENTROS DE SAÚDE URBANOS DE ARAUCÁRIA – 2001 A 2003 (CID-10)

J00	Nasofaringite aguda [resfriado comum]
J01	Sinusite aguda
J01.0	Sinusite maxilar aguda
J01.1	Sinusite frontal aguda
J01.2	Sinusite etmoidal aguda
J01.4	Pansinusite aguda
J01.8	Outras sinusites agudas
J01.9	Sinusite aguda não especificada
J02	Faringite aguda
J02.0	Faringite estreptocócica
J02.8	Faringite aguda devida a outros microorganismos
J02.9	Faringite aguda não especificada
J03	Amigdalite aguda
J03.0	Amigdalite estreptocócica
J03.8	Amigdalite aguda devida a outros microorganismos
J03.9	Amigdalite aguda não especificada
J04	Laringite e traqueite agudas
J04.0	Laringite aguda
J04.1	Traqueite aguda
J04.2	Laringotraqueite aguda
J05	Laringite obstrutiva aguda [crupe] e epiglote
J05.0	Laringite obstrutiva aguda [crupe]
J05.1	Epiglote aguda
J06	Infecções agudas das vias aéreas superiores
J06.0	Laringofaringite aguda
J06.9	Infecção aguda das vias aéreas superiores não especificada
J10	Influenza devida a vírus da influenza [gripe]
J10.0	Influenza com pneumonia devida ao vírus da influenza
J10.1	Influenza com outras manifestações respiratórias
J10.8	Influenza com outras manifestações, devida a vírus
J11	Influenza (gripe) devida a vírus não identificado
J11.0	Influenza [gripe] com pneumonia, devida a vírus não identificado
J11.1	Influenza [gripe] com outras manifestações respiratórias
J11.8	Influenza [gripe] com outras manifestações
J12	Pneumonia viral, não classificada em outra parte
J12.9	Pneumonia viral não especificada
J13	Pneumonia devida a streptococcus pneumoniae
J14	Pneumonia devida a haemophilus influenza
J15	Pneumonia bacteriana, não classificada em outra parte
J15.1	Pneumonia devida a pseudomonas
J15.5	Pneumonia devida a escherichia
J15.8	Outras pneumonias bacterianas
J15.9	Pneumonia bacteriana não especificada
J16	Pneumonia devida a outros microorganismos infecciosos
J16.8	Pneumonia devida a outros microorganismos infecciosos

J18	Pneumonia por microrganismo não especificada
J18.0	Broncopneumonia não especificada
J18.1	Pneumonia lombar não especificada
J18.2	Pneumonia hipostica não especificada
J18.8	Outras pneumonias devidas a microorganismos não especificados
J18.9	Pneumonia não especificada
J20	Bronquite aguda
J20.0	Bronquite aguda devida a mycoplasma pneumoniae
J20.1	Bronquite aguda devida a haemophilus influenza
J20.2	Bronquite aguda devida a estreptococcus
J20.4	Bronquite aguda devida a vírus parainfluenza
J20.5	Bronquite aguda devida a vírus sincicial respirator
J20.6	Bronquite aguda devida a rinovirus
J20.7	Bronquite aguda devida a echovirus
J20.8	Bronquite aguda devida a outros microorganismos especificados
J20.9	Bronquite aguda não especificada
J21	Bronquiolite aguda
J21.0	Bronquiolite aguda devida a vírus sincicial respirator
J21.9	Bronquite aguda não especificada
J22	Infecções agudas não especificada das vias aéreas
J30	Rinite alérgica e vasomotora
J30.0	Rinite vasomotora
J30.1	Rinite alérgica devida a pólen
J30.2	Outras rinites alérgicas sazonais
J30.3	Outras rinites alérgicas
J30.4	Rinite alérgica não especificada
J31	Rinite, nasofaringite e faringite crônica
J31.0	Rinite crônica
J31.1	Nasofaringite crônica
J32	Sinusite crônica
J32.0	Sinusite maxilar crônica
J32.9	Sinusite crônica não especificada
J33.8	Outros pólipos do seio paranasal
J33.9	Pólipo nasal não especificado
J34	Outros transtornos do nariz e dos seios paranasais
J34.0	Abscesso, furúnculo e carbúnculo do nariz
J34.2	Desvio do septo nasal
J35	Doenças crônicas das amígdalas e das adenóides
J35.0	Amigdalite crônica
J35.1	Hipertrofia das amígdalas
J35.2	Hipertrofia das adenóides
J35.3	Hipertrofia das amígdalas com hipertrofia das adenóides
J35.8	Outras doenças crônicas das amígdalas e das adenóides
J35.9	Doenças das amígdalas e das adenóides não especificada
J37.0	Laringite crônica
J38.3	Outras doenças das cordas vocais
J38.4	Edema da laringe
J39	Outras doenças das vias aéreas superiores
J39.0	Abscesso retrofaringeo e parafaringeo
J39.2	Outras doenças da faringe
J39.9	Doença não especificada das vias aéreas superiores

J40	Bronquite não especificada como aguda ou crônica
J41.1	Bronquite crônica mucopurulenta
J43	Enfisema
J43.9	Enfisema não especificado
J44	Bronquite crônica não especificada
J44.0	Doença pulmonar obstrutiva crônica com infecção respiratória
J44.8	Outras formas especificadas de doença pulmonar obstrutiva
J44.9	Doença pulmonar obstrutiva crônica não especificada
J45	Asma
J45.0	Asma predominantemente alérgica
J45.1	Asma não - alérgica
J45.9	Asma não especificada
J46	Estado de mal asmático
J60	Pneumoconiose dos mineiros de carvão
J63.0	Aluminose (do pulmão)
J63.4	Siderose
J64	Pneumoconiose não especificada
J65	Pneumoconiose associada com tuberculose
J69.0	Pneumonite devida a alimento ou vômito
J70.9	Afecções respiratórias devidas a agentes externos
J80	Síndrome do desconforto respiratório do adulto
J81	Edema pulmonar, não especificado de outra forma
J90	Derrame pleural não classificado em outra parte
J92.9	Placas pleurais sem presença de amianto [asbesto]
J95.9	Transtornos respiratórios pós - procedimentos não especificados
J98.4	Outros transtornos pulmonares
J98.9	Transtorno respiratório não especificado